

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra stavebních hmot a diagnostiky staveb

**Ověření základních fyzikálně-mechanických vlastností alkalicky
aktivovaných systémů v závislosti na typu sodného vodního skla
jako aktivátoru**

**Verification of basic physical-mechanical properties of the alkali-
activated systems depending on the type of sodium water glass as
an activator**

Student:

Eva Hašlerová

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jana Boháčová

Ostrava 2016

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra stavebních hmot a diagnostiky staveb

Zadání bakalářské práce

Student: **Eva Hašlerová**

Studijní program: B3607 Stavební inženýrství

Studijní obor: 3647R019 Stavební hmoty a diagnostika staveb

Téma: **Ověření základních fyzikálně-mechanických vlastností alkalicky aktivovaných systémů v závislosti na použitém typu sodného vodního skla jako aktivátoru**
Verification of basic physical-mechanical properties of the alkali-activated systems depending on the type of sodium water glass as an activator

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Ověření základních fyzikálně-mechanických vlastností alkalicky aktivovaných systémů na bázi vysokopecní granulované jemně mleté strusky v závislosti na použitém typu sodného vodního skla jako aktivátoru.

V rámci práce budou ověřeny a stanoveny zejména konzistence, počátky a konce dob tuhnutí, objemové hmotnosti a pevnosti v tahu ohybem a v tlaku.

Seznam doporučené odborné literatury:

DAVIDOVITS, J. *Geopolymer: chemistry and applications*. 3rd ed. Saint-Quentin: Institut Géopolymère, 610p. 2011, ISBN 978-295-1482-050.

WANG, S. D., PU, X. C., SCRIVENER, K. L., PRATT, P. L.: Alkali-Activated Slag Cement and Concrete: A Review of Properties and Problems. *Advances in Cement Research*. 1995, č. 7, s. 93-102.

SHI C., KRIVENKO, P. V., ROY, D. *Alkali-activated cements and concretes*. Taylor&Francis, Oxford, 2006.

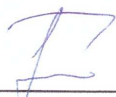
KOŇÁŘÍK, J. Vliv aktivátoru na základní vlastnosti alkalicky aktivovaných systémů. *Bakalářská práce*. FAST VŠB-TUO, Ostrava. 72 s. 2014.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jana Boháčová**

Datum zadání: 30.10.2015

Datum odevzdání: 02.05.2016



Ing. Libor Židek
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 2. 5. 2016

.....

Podpis studenta

Prohlašuji:

- Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 školního dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠBTUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářské práce užit (§ 35 odst. 3)
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užit své dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užit své dílo diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO , která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu náklady, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- Beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č.111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 2. 5. 2016

.....

Podpis studenta

ANOTACE

HAŠLEROVÁ, E. *Ověření základních fyzikálně-mechanických vlastností alkalicky aktivovaných systémů v závislosti na typu sodného vodního skla jako aktivátoru*. Bakalářská práce. VŠB – Technická univerzita Ostrava. Ostrava, 2016.

Jako alkalicky aktivované materiály jsou označovány kompozity v základu tvořené pojivem na bázi aluminosilikátu a alkalickým aktivátorem. Jako pojivo byla v této práci použita jemně mletá vysokopecní granulovaná struska. Jako aktivátor byly použity čtyři druhy komerčně dostupného sodného vodního skla. Cílem této práce je ověření fyzikálně-mechanických vlastností připravených směsí, které se liší použitým druhem aktivátoru.

V experimentální části bakalářské práce byly u připravených čerstvých směsí stanoveny konzistence a dále počátky a konce doby tuhnutí. Na vyrobených tělesech byly zjišťovány objemové hmotnosti, pevnosti v tahu za ohybu a také pevnosti v tlaku.

Práce prokázala, že u připravených hmot jsou vlastnosti směsí testované v čerstvém stavu velmi podobné, avšak vlastnosti stanovené na ztvrdlých tělesech se navzájem výrazně liší.

Klíčová slova: alkalicky aktivovaný materiál, jemně mletá vysokopecní granulovaná struska, aktivátor, sodné vodní sklo.

ABSTRACT

HAŠLEROVÁ, E *Verification of basic physical-mechanical properties of the alkali-activated systems depending on the type of sodium water glass as an activator*. Bachelor thesis. VSB Technical University Ostrava. Ostrava, 2016.

Alkali activated materials are described as composites consisting of aluminosilicate binder and alkaline activator. In scope of this work finely ground granulated blast furnace slag was used. Activator was represented by four types of commercially available sodium water glass. Aim of this work is evaluation of physical - mechanical parameters of prepared mixtures differentiated by type of activator.

Experimental part of bachelor thesis included fresh mixture consistency and initial and final setting time determination. Furthermore density, flexural strength and compressive strength was on prepared specimens determined.

Experiments proved that fresh prepared mixtures reached similar parameters but results determined on cured specimens are very different.

Keywords: Alkali-activated material, Finely ground granulated blast furnace slag, Activator, Sodium water glass.

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych tímto poděkovala vedoucí bakalářské práce, Ing. Janě Boháčové, za pomoc při práci, konzultace a její cenné rady. Poté bych chtěla také poděkovat Laboratoři stavebních hmot, FAST, VŠB-TUO za pomoc při zpracování experimentální části bakalářské práce a také projektu Institut čistých technologií těžby a užití energetických surovin - Projekt udržitelnosti, LO1406. Projekt je podporován Národním programem udržitelnosti financovaném ze státního rozpočtu ČR.

SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ

A	velikost zkušebního povrchu [m ²]
b	šířka trámečku [mm]
D	objemová hmotnost [kg/m ³]
d ₁	délka boční strany průřezu trámečku [mm]
d ₂	šířka boční strany průřezu trámečku [mm]
F _c	nejvyšší zatížení při porušení [N]
F _t	lomové zatížení, vynaložené na střed trámečku [N]
h	výška trámečku [mm]
l	vzdálenost válcových podpěr [mm]
m	hmotnost zkušebního tělesa [kg]
NaOH	hydroxid sodný
R _c	pevnost v tlaku [N/mm ²]
R _t	pevnost v tahu ohybem [N/mm ²]
V	objem tělesa [m ³]

Obsah

1	Úvod.....	11
2	Alkalicky aktivované materiály	12
2.1	Historie.....	12
2.2	Materiály pro alkalickou aktivaci	15
2.2.1	Strusky.....	16
2.2.2	Popílky.....	18
2.2.3	Metakaolin.....	19
2.2.4	Přírodní pucolány	20
2.2.5	Aktivátory.....	22
3	Použité vstupní suroviny	23
3.1	Vysokopeční granulovaná struska	23
3.2	Voda.....	23
3.3	Normový písek.....	23
3.4	Vodní skla a jejich aktivace	24
4	Použité zkušební metody.....	26
4.1	Postup při přípravě směsí.....	26
4.2	Výroba zkušebních těles	27
4.3	Stanovení konzistence čerstvé směsi	28
4.4	Stanovení počátku a konce doby tuhnutí	29
4.5	Stanovení objemové hmotnosti ztuhlé směsi	30
4.6	Zkoušky pevnosti těles.....	30
4.6.1	Stanovení pevnosti v tahu za ohybu	30
4.6.2	Stanovení pevnosti v tlaku	31
4.7	Kalorimetrie	31
5	Materiálové vlastnosti receptur	33
5.1	Receptura	33
5.2	Konzistence čerstvých směsí	33
5.3	Počátek a konec doby tuhnutí	34
5.4	Pevnosti po 1 dni zrání.....	35
5.5	Pevnosti po 7 dnech zrání	37
5.6	Pevnost po 28 dnech zrání	39
5.7	Pevnost po 60 dnech zrání	41
5.8	Pevnost po 90 dnech zrání	44
5.9	Vývoj pevností v tahu za ohybu v čase.....	46
5.10	Vývoj pevností v tlaku v čase	47
5.11	Kalorimetrie	48
5.12	Vizuální vyhodnocení zrání směsí.....	49
6	Závěr.....	52
7	Literatura	54
8	Seznam obrázků	56
9	Seznam tabulek	58
10	Seznam příloh.....	59

1 Úvod

V dnešní době se ve stavebnictví ve značné míře využívají pojiva na cementové bázi. Výroba cementových pojiv je však velice energeticky náročná a také má negativní dopad na životní prostředí z důvodu těžby vyčerpatelných přírodních zdrojů. Řešením těchto problémů by mohlo být využití alkalicky aktivovaných systémů, které by mohly alespoň z části nahradit cementová pojiva.

Jako alkalicky aktivované materiály jsou označovány kompozity tvořené v základu pojivem na bázi aluminosilikátu a alkalickým aktivátorem. Jako pojiva se používají zejména suroviny technogenního původu a kalcinované jíly. Technogenní suroviny představují především vysokopecní strusky a popílký. Jako aktivátory jsou používána nejčastěji vodní skla a hydroxidy alkalických kovů.

V současnosti jsou tyto alkalicky aktivované kompozity hojně zkoumanou skupinou materiálů, jak však z výzkumných projektů vyplývá, jsou výsledné produkty hydratačních procesů alkalické aktivace zásadním způsobem závislé na vlastnostech vstupních surovin, podmínkách při samotném procesu alkalické aktivace a také na podmínkách uložení připravených těles po dobu zrání.

Výsledky experimentů provedených v rámci výzkumu Katedry stavebních hmot a diagnostiky staveb, FAST, VŠB-TUO, ukazují, že jednou z problematických oblastí alkalické aktivace může být použití vodních skel od různých producentů, byť se tato dle laboratorních zkoušek a vlastností deklarovaných výrobcem od sebe navzájem téměř neliší.

Cílem této bakalářské práce tedy je ověření a porovnání vlastností kompozitů připravených na bázi vysokopecní strusky alkalicky aktivované pomocí čtyř komerčně dostupných druhů vodních skel.

U připravených směsí identického složení, lišících se jen producentem vodního skla, byly stanoveny konzistence a počátky a konce doby tuhnutí. Na zhotovených tělesech byly stanoveny objemové hmotnosti a pevnosti v tahu za ohybu a také pevnosti v tlaku.

V závěru práce byly vyhodnoceny výsledky zkoušek.

2 Alkalicky aktivované materiály

Jako alkalicky aktivované materiály jsou označovány kompozity tvořené pojivem na bázi aluminosilikátu a alkalickým aktivátorem. Jako pojiva jsou nejčastěji používány suroviny technogenního původu (vysokopecní strusky, popílký) nebo kalcinované jíly. Jako aktivátory jsou používána nejčastěji vodní skla a hydroxidy. [5, 13, 21]

Proces alkalické aktivace je velmi složitý a dosud nebyl zcela objasněn. Zjednodušeně jej lze popsat jako rozpad struktury původního materiálu vlivem silně alkalického prostředí a následně vznik nových vazeb a vytvoření nových hydratačních produktů. Takto připravené kompozity a jejich vlastnosti se značně liší v závislosti na chemickém složení vstupních surovin, podmínkách prostředí v průběhu hydratace a zároveň na podmínkách uložení těles v době zrání. Vysoká variabilita vlastností je jedním z důvodů, proč alkalicky aktivované systémy nejsou častěji používány ve stavební praxi, stejně jako nutnost použití silně alkalických a tedy pro práci nebezpečných látek. [5, 13, 16, 21, 27]

V současnosti se k alkalicky aktivovaným systémům přistupuje z hlediska obsahu CaO v pojivu. Hmoty s vysokým obsahem CaO (nejčastěji vysokopecní strusky) vytvářejí v důsledku alkalické aktivace C-S-H gely, produkty hydratace jsou tedy podobné těm, které se tvoří při hydrataci cementu. V případě, že pojivová složka obsahuje pouze minimální množství CaO (metakaoliny, popílký) předpokládá se v průběhu alkalické aktivace vznik vazeb zeolitických, které jsou tvořeny křemíkovými a hliníkovými tetraedry a oktaedry, které jsou vzájemně řetězeny. [4, 27]

2.1 Historie

Teorie o prvním použití alkalicky aktivovaných materiálů spadá až do starověku, přibližně do období Mezopotámie a Egypta. V Mezopotámii se použití tohoto materiálu předpokládá při výstavbě Zikkuratu (Obr. 1). Bylo dokázáno, že cihly zikkuratu v Uru nebyly vyrobeny standardním způsobem pálení, předpokládá se chemická syntéza alkalickou aktivací. Cihly mají stejné charakteristiky jako keramický střep, nevznikly však v důsledku působení vysokých teplot. [17]



Obrázek 1 – Zikkurat v Uru

Další významnou stavbou v historii, u níž se předpokládá použití alkalické aktivace, je Cheopsova pyramida v Egyptě (Obr. 2). Bylo analyticky ověřeno, že kvádry použité při výstavbě nepochází z žádného lomu podél Nilu, jelikož se tyto svým složením značně odlišovaly v poměru vápenatých a křemičitých složek a dále byly v kvádrech nalezeny aluminosilikátové látky. [17]

Dalším důkazem je poměr a umístění vzduchových bublin v použitých kamenech. Lomový kámen má obvykle větší objemovou hmotnost než materiál použitý při výstavbě. Jako hlavní důvod, proč předpokládat výrobu kvádrů alkalickou aktivací *in situ* je však především fakt, že do současné doby nebylo nalezeno uspokojivé vysvětlení, jakým způsobem byly kvádry převáženy z případného lomu, dle dosavadních poznatků totiž tehdejší civilizace nedisponovala možnostmi pro takový transport. [5, 17]



Obrázek 2 – Cheopsova pyramida v Egyptě

Ve střední a jižní Americe se ve stejném období jako Egyptská a Mezopotamská říše vyvinula civilizace jménem Tihuanaco, za jejíhož trvání byly vytvářeny sochy pomocí tekuté kaše, která se vylévala do formy. Sošky byly vyrobeny technikou rozpouštění kamene a následnou geopolymerizací. Materiálem byl křemičitan nebo hlinitokřemičitan, rozpuštěný pomocí organického výtažku, což byly šťávy, které byly získávány z brambor, citrusů nebo fíků. Tato metoda začíná výrobou pojiva pomocí rozpouštění kamene v organicko-minerálním komplexu a dále se pojivo smíchá s pískem nebo dalšími látkami. Vznikají hmoty, jež mají charakter zeolitů a živců. [17]

Další předpokládané uplatnění alkalické aktivace spadá do období starověkého Říma, zde se uvažuje použití pucolánů (vulkanických popelů, tufů a písků) při výstavbě Pantheonu. [17]

Novodobé počátky výzkumu alkalicky aktivovaných systémů spadají do 30. let 20. století, první aplikace proběhly v keramických závodech firmy Olsen. [17]

V roce 1970 byla v Rusku Berglem objevena studená syntéza jílu (kaolinu) s uhličitanem sodným za teploty 150 °C. [17]

První patent na „gruntocementy“ byl v roce 1969 udělen prof. Gluchovskému, jenž se zabýval tepelně a alkalicky aktivovanými jíly. [17]

Gluchovskij následně společně s Krivenkem zkoumal vlastnosti alkalicky aktivovaných odpadních strusek v ocelářské technologii. [17]

V roce 1972 J. P. Lapatie a M. Davidovics vytvořili keramické obkladačky, které byly voděodolné mohly být vypalovány na menší teplotu než je 450 °C. [13]

V roce 1974 popsal vědec Babuškin z Ukrajiny devět základních polymerizačních reakcí. [5]

V roce 1978 francouzský vědec Joseph Davidovits zavedl termín geopolymery. Popsal geosyntézu anorganických polymerních materiálů. [13]

V České republice se od roku 1973 zkoumají alkalicky aktivované hmoty na Ústavu skla a keramiky Vysoké školy chemicko-technologické v Praze ve spolupráci s Fakultou stavební v Praze. Na poli těchto kompozitů dosáhl velkých úspěchů kolektiv doc. Škváry, který se především zabývá alkalickou aktivací portlandského slínku a také odpadních materiálů, popílků a vysokopecní strusky. [17]

Od 90. let se Ústav skla a keramiky zabývá také alkalickou aktivací popílků a strusek z průmyslové výroby. Byla připravena směs, jež obsahovala popílek a strusku a dosáhla pevnosti v tlaku 168 MPa. V roce 2000 byly z popílků a strusky vytvořeny aluminosilikátové polymery, v roce 2002 doc. Švára a doc. Svoboda vytvořili PoPbeton, geopolymerní bezcementový beton z popílků. PoPbeton dosahuje pevností okolo 60 MPa a je odolný proti působení solí a vysokých teplot. Velikou výhodou u tohoto materiálu je možnost zužitkování odpadů (deponovaných popílků). [28]

V ústavu anorganické chemie v Ústí nad Labem se zabývají výzkumem alkalicky aktivovaného pojiva. V těchto kompozitech je pojivovou složkou vysokopecní struska a metakaolin a alkalická složka je připravena ze sodného zásaditého aktivátoru a vody. [29]

2.2 Materiály pro alkalickou aktivaci

Jako alkalicky aktivované materiály se nejčastěji používají latentně hydraulická pojiva nebo pucolány. Tyto látky je nutné aktivovat vhodným alkalickým materiálem. Jako pojiva jsou nejčastěji používány vysokopecní strusky, popílků, metakaoliny, případně látky přírodního původu. Funkci aktivátoru plní hydroxidy, křemičitany a uhličitany alkalických kovů. Vlastnosti alkalicky aktivovaných systémů závisí na použitých surovinách, na jejich

množství, typu a kvalitě, dále na vlastnostech kameniva a také na způsobu a podmínkách přípravy a uložení hotových těles. Hlavním rozdílem mezi betonem a alkalicky aktivovaným materiálem je, že při hydrataci portlandského cementu s vodou vznikají C-S-H fáze, CA(OH)_2 a ettringit. Při alkalické aktivaci strusky se vytváří C-S-H fáze, při alkalické aktivaci metakaolinu a popílků se předpokládá vznik zeotických fází typu $(\text{Na}, \text{K})_n \{-(\text{Si-O})_z-\text{Al-O}\}_n \cdot w\text{H}_2\text{O}$. [5, 7, 13]

V rámci výzkumných prací na FAST, VŠB-TUO se z hlediska fyzikálně-mechanických a odolnostních vlastností dosud jeví jako nejvhodnější použití vysokopecní granulované strusky. Vzorky dosahují vysokých pevností a jsou odolné vůči působení chemických látek a vysokých a nízkých teplot.

2.2.1 Strusky

Strusky se řadí mezi technogenní materiály, vznikají v hutnickém a metalurgickém průmyslu. Základní rozdělení strusek pro použití ve stavebnictví je podle druhu výroby kovů, při kterém vzniknou. Nejrozšířenější jsou strusky vysokopecní (z výroby surového železa) a strusky ocelářské. Dále existují strusky z výroby neželezných kovů (měď, nikl, olovo, zinek), avšak tyto strusky nejsou pro použití ve stavebnictví vhodné. Mezi strusky řadíme také produkty spalovacích procesů při spalování pevných paliv a spalování odpadů. [20]

V metalurgii strusky vznikají při roztavení tekutých kovů. Zpracování kovů se odehrává v komplexním termodynamickém procesu, kterým je tavenina-struska-atmosféra. Tyto tři složky se vzájemně ovlivňují a dochází zde k výměně iontů na fázových rozhraních. Ke splnění této úlohy musí každá struska pro danou metalurgickou výrobu splňovat jisté vlastnosti. Jedním z nejdůležitějších faktorů je dobrá tavitelnost, chemická aktivita a minimum nežádoucích látek v tavenině. [16, 20]

Vlastnosti strusek jsou v metalurgickém průmyslu sledovány a kontrolovány. Důležité vlastnosti jsou specifická hmotnost, povrchové napětí, elektrická vodivost strusek a viskozita roztavené strusky. [16, 20]

Vysokopecní struska

Vedlejším produktem nepřímé výroby železa ve vysokých pecích je vysokopecní struska. Železná ruda (nejčastěji hematit (Fe_2O_3) nebo magnetit (Fe_3O_4)) je dávkována se struskotvornými přísadami a hutnickým koksem do kontinuální pece. Jako struskotvorné přísady se používají vápenec, dolomit, křemen a živec. Jako vysoce výhřevné palivo a redukční činidlo je používán hutnický koks, který se skládá z více než 85 % uhlíku. [15, 18, 20]

Suroviny, které se dávkují v horní části pece, klesají postupně směrem ke dnu, odkud je do pece vháněn horký vzduch. Postupně dochází k redukci, tj. k procesu kdy je z železné rudy odstraňován kyslík za vzniku železa a oxidu uhličitého (CO_2). K rozkladu vápence dochází při teplotách od 700 °C, vsázka poté putuje do nižší části pece, kde teplota je schopna dosáhnout až 2000 °C. Struskotvorné přísady na sebe váží nečistoty obsažené v železné rudě (tzv. hlušinu), nejčastěji křemík, síru a ostatní nezredukované oxidy. Roztavená struska plave na povrchu z důvodu nižší hustoty (cca 2800 kg.m^{-3}), než má roztavené železo (cca 7000 kg.m^{-3}) a tím zabraňuje opětovné oxidaci železa atmosférickým kyslíkem. Struska je v průběhu výroby odpichem odváděna z pece a určena k dalšímu zpracování. [15, 18, 20]

Granulovaná vysokopecní struska

Tato struska vzniká za rychlého chlazení struskové taveniny vodou pomocí vysokotlakých trysek, kde tlak se pohybuje okolo 0,6 MPa. Díky tomuto chlazení vznikají částice, které mají menší průměr než 5 mm. Protože struska je rychle ochlazována, vytvářejí se především skelné fáze s latentně hydraulickými vlastnostmi. Voda se v dalším kroku odstraní vysušením strusky. Po vysušení granulované strusky přichází na řadu mletí. Čím jemnější mletí, tím větší měrný povrch a tím vyšší reaktivita strusky. Takto upravená granulovaná struska je prodávána jako produkt především pro užití do směsných a vysokopecních cementů. [15, 18, 20]

Ve vysokopecní strusce jsou nejvíce zastoupeny oxidy CaO , Al_2O_3 , SiO_2 a MgO . Typické složení vysokopecní strusky udává Tab.1. Složení strusky závisí na struskotvorných přísadách, na železné rudě a dále na palivu. Složení strusky a fázová struktura se většinou nemění, jelikož dávkování surovin a poté podmínky v peci jsou přísně udržovány. Pokud by

se změnilo složení ve vysoké peci, znamenalo by to změnu redukčních podmínek, vlastností surového železa a zvýšení nákladů na ohřev. [15, 18, 20]

Faktory, díky kterým je nejvíce ovlivněna latentně hydraulická aktivita granulované strusky, jsou chemické složení, obsah skelné fáze a také jemnost mletí. [15, 18, 20]

Tab. 1 Typické složení vysokopecní granulované strusky [18]

Prvek	Obsah (% hm.)
CaO	32,0 – 45,0
MgO	5,0 – 15,0
SiO ₂	32,0 – 42,0
Al ₂ O ₃	7,0 – 16,0
S	1,0 – 2,0
Fe ₂ O ₃	0,1 - 1,5
MnO	0,2 - 1,0

2.2.2 Popílký

Popílký jsou odpadní látky, které vznikají při spalování pevných paliv, především při spalování černého a hnědého uhlí. [5] Popílek z černého uhlí má většinou menší variabilitu vlastností a je tedy vhodnější příměsí než popílek z hnědého uhlí. [3] V České republice převažují popílký z hnědého uhlí (asi okolo 80 %).

.Popílký jsou sklovité částice, které mají kulovitý tvar. Jedná se o heterogenní materiál, který má zrnitost 0 - 1 mm. Jeho vlastnosti závisí na mnoha faktorech, především na použité spalovací technologii, kvalitě spalovaného uhlí, granulometrii, hustotě, oxidačním složení a krystalické fázi. Hlavními složkami popílký jsou SiO₂, Fe₂O₃ a Al₂O₃.

Popílký můžeme rozdělit do dvou hlavních skupin, jsou to vysokoteplotní a fluidní popílký. Vysokoteplotní popílký vznikají při procesu spalování uhlí za teploty mezi 1200 a 1700 °C v práškovém ohništi. Tento druh popílký obsahuje více než 70 % oxidů SiO₂, Fe₂O₃ a Al₂O₃. Fluidní popílek se vyznačuje zvýšeným podílem CaO a obsah SiO₂, Fe₂O₃ a Al₂O₃ tvoří asi okolo 50 – 70 %. Spalování probíhá pouze při teplotě 850 °C. Způsob, jakým se popílký vypalují, ovlivňuje jejich hydratační vlastnosti. [3, 5, 14, 20]

Elektrárenský popílek

Tento druh popílku vzniká spalováním uhlí v tepelných elektrárnách. Popílek je jedním ze zbytků spalování tuhých paliv, tyto částice jsou během spalování unášeny z pece a dále jsou zachyceny pomocí odlučovačů. [14, 20]

2.2.3 Metakaolin

Jedná se o hlinitokřemičitý materiál, který se vyrábí výpalem kaolinů a kaolinitického jílu při teplotě okolo 600 – 900 °C. Základní složkou je minerál kaolinit, který vzniká zvětráváním živců. [15]

Kaolinit je měkký materiál bílé až nažloutlé barvy, popřípadě je narůžovělý. V přírodě se vyskytuje jako bílé lupínky, které mají vermikulární strukturu krystalů, barva je buď matná, nebo perleťová. [5]

Kaolinit je reziduální hornina, která je sedimentárního původu a objevuje se ve většině geologického prostředí. Kaolinit vzniká zvětráváním nebo kaolinizací bohatých živců, slíd a sopečného skla za nízkých teplot a tlaků a to v podmínkách teplého, vlhkého a kyselého prostředí. [5]

Světové zásoby, které se nalézají ve světě, dosahují objemu cca 14 miliard tun. Většina se nachází v USA a dále v Brazílii. V České republice se nachází ložiska, která se utvořila v mladších prvohorách až třetihorách za podmínek vlhkého a teplého klimatu. Vysoce kvalitní ložiska se nachází v Karlovarském kraji, který je proslavený kvalitními kaolinity a bentonity. Kaolinit je těžen povrchově a těžbu provádí firma Sedlecký kaolin a.s. (Obr. 3). Karlovarský kaolin určuje mezinárodní normu pro kvalitu horniny ve využití při výrobě porcelánu. [5, 15, 25, 26]

První zaznamenané použití metakaolinu bylo v roce 1962 při stavbě přehrady Jupia v Brazílii.[5]

Metakaolin (Obr. 4) je používán jako příměs do betonu, která zlepšuje jeho fyzikální a mechanické vlastnosti, především zvyšuje jeho pevnost a snižuje nasákavost a omezuje tvorbu výkvětů. [15]

Metakaolin je schopen pohlcovat vodu a tím vytváří plastickou hmotu.



Obrázek 3 – Nudličkový kaolin výrobce Sedlecký kaolin a.s. [26]

2.2.4 Přírodní pucolány

Materiály, které mají pucolánové vlastnosti, byly používány už v dávných dobách. Staří Řekové tak používali vápno smíchané se zeminou a Féníčané už v době 700 let př. n. l. připravovali směs vápna s cihelnou moučkou. Římané využívali dobře vyhašené vápno a sopečný popel od Pozzuoli, tuto směs používali k výstavbě mostů, akvaduktů a také mořských přístavů. [1,2]

Z historie víme, že jako pucolány byly označovány vulkanické popely, které byly schopny reagovat za běžných teplot a za přítomnosti vápna s vodou. V dnešní době se tento název používá pro křemičitohlinitanové materiály, které jsou schopné chemicky reagovat s hydroxidem vápenatým a vykazují vlastnosti podobné cementu. Mezi přírodní pucolány patří vulkanické horniny, které vznikly při sopečných erupcích. Jsou to především látky vulkanického původu jako sopečné popely, pemzy a také vulkanické tufy. Popely jsou z části skelné a krystalické struktury, pemzy jsou sklovitého charakteru.

Výplně výlevných magmatických hornin jsou minerály ze skupiny tektosilikátů, které vznikly krystalizací roztoků a některé zeolity se tvořily v sedimentárních horninách. Obsah zeolitů tvoří 60 – 70 % SiO_2 , 10 – 15 % Al_2O_3 , CaO , Na_2O a K_2O , kde ve strukturní kostře jsou kanály a dutiny. V dutinách se mohou nalézat molekuly vody, tzv. zeolitová voda.

Tuto vodu můžeme odstranit zahřátím, aniž by došlo k porušení struktury zeolitu. Tato voda může být nahrazena například H_2S , NH_3 , barvivy aj. [1, 2]

Zeolity mají vlastnosti, které se využívají v nejrozličnějších průmyslových oblastech pro čištění odpadních vod, v potravinářství, jaderné technice, k likvidaci radioaktivního odpadu aj. Do této skupiny zeolitů se může řadit dalších cca 30 minerálů například natrolit, heulandit či klinoptilolit. Ložisko tohoto minerálu se nachází v Nižném Hrabovci na Slovensku.[1, 2, 23]

Další skupinou přírodních pucolánů jsou křemičité materiály, jako křemelina a opál. Křemelina je sypká hornina, která je tvořena opálovými schránkami (Obr. 4). Tento jemnozrnný materiál je sediment bílé, šedé, nazelenalé nebo nahnědlé barvy v závislosti na příměsi. Pokud je surovina vysoce kvalitní, má 90 % SiO_2 , jako příměs bývá ve schránkách rozsvěk Al_2O_3 , Fe_2O_3 a alkálie. [2, 5, 23, 25]



Obrázek 4 – Křemelina

2.2.5 Aktivátory

Jsou to alkalické sloučeniny, které mají schopnost rozpouštět struktury a fáze látek za rozvoje hydratačních procesů, které způsobují tuhnutí a tvrdnutí. Jako alkalický roztok se používá hydroxid sodný nebo draselný, křemičitany (sodná a draselná vodní skla), popřípadě hlinitany a uhličitany. [5, 20, 26]

Jako vodní sklo se označují roztoky křemičitanu draselného nebo sodného. Vodní sklo bylo vyrobeno již v 19. století. Výroba vodního skla je prováděna tavením uhličitanu sodného nebo draselného s křemičitým pískem. Teplota tavení je okolo 1000 – 1400 °C, kdy vzniká sodnokřemičitá nebo draselnokřemičitá frit, která se za zvýšeného tlaku a teploty rozpustí ve vodě v rotačních nebo stacionárních autoklávech. Kapalina křemičitanu sodného může být také připravena přímo rozpuštěním křemičitého písku pod tlakem ve vodném roztoku hydroxidu sodného. Viskozita vodního skla je produktem tvorby silikátových polymerů, kdy jsou atomy spojeny kovalentními vazbami.

Tekutý křemičitan sodný reaguje za kyselých podmínek a vzniká pevný sklovitý gel. Využívá se jako pojivo do cementových produktů a také je to vynikající lepidlo na sklo nebo porcelán. Tradiční použití vodního skla je k uchovávání vajec.

Hustota vodního skla je 1300 – 1500 kg/m³ a obsahuje cca 50 hm. % vody. Pokud je používáno vodní sklo vyrobené průmyslově pro alkalickou aktivaci, musíme většinou snížit jeho silikátový modul (molární poměr $\text{SiO}_2 : \text{Na}_2\text{O}$), který se pohybuje až okolo 3,5 na hodnotu, kterou požadujeme (nejčastěji rozmezí 1 – 2). [24]

Hydroxid sodný a draselný je zásaditá a leptavá anorganická látka. Pokud je v pevné fázi, tak je bílé barvy a ve formě granulí nebo peciček, které se dobře rozpouštějí ve vodě a alkoholu. Hydroxid sodný je silně hydrofobický a pohlcuje oxid uhličitý ve vzduchu, čímž vzniká uhličitan sodný. [5, 24]

3 Použité vstupní suroviny

V práci byly jako vstupní suroviny použity velmi jemně mletá vysokopecní granulovaná struska z Kotouče Štramberk, normový písek, čtyři druhy sodného vodního skla od různých výrobců, hydroxid sodný a voda.

3.1 Vysokopecní granulovaná struska

V experimentu byla jako pojivo použita jemně mletá granulovaná vysokopecní struska (SMŠ 400) od firmy Kotouč Štramberk, spol. s r.o. Granulovaná vysokopecní struska je latentně hydraulické pojivo, které se používá pro silniční výstavbu, do cementů a malt. Obsah procentuálního zastoupení oxidů ve vysokopecní strusce je v Tab. 2, v Příloze 1 je dodán technický list. Měrný povrch (stanovený BET analýzou) této strusky činí 400 m²/kg.

Tabulka 2. Chemické vlastnosti granulované jemně mleté vysokopecní strusky

Oxid	Obsah [%]
CaO	40,0
MgO	8,9
SiO ₂	39,9
Al ₂ O ₃	6,9
Fe ₂ O ₃	0,4
SO ₃	0,6
(CaO + MgO)/SiO ₂	1,2

3.2 Voda

Během práce byla použita destilovaná voda a pitná voda. Destilovaná voda byla použita při úpravě silikátového modulu vodního skla za pomoci 50 % NaOH. Pitná voda byla použita pro přípravu směsí.

3.3 Normový písek

Jako plnivo do směsi byl použit normalizovaný písek frakce 0/2 mm, vyhovující ČSN EN 196 – 1, od společnosti Filtrační písky, spol. s r. o. V Tab. 3 je uvedena zrnitost referenčního písku CEN. Přílohu č. 2 tvoří technický list normového písku. [12]

Tab. 3. Zrnitost referenčního písku CEN dle normy ČSN EN 196 – 1 [12]

Síto [mm]	0,08	0,16	0,60	1,00	1,60	2,00
Zůstatek [%hm.]	99 ± 1	87 ± 5	67 ± 5	33 ± 5	7 ± 5	0

3.4 Vodní skla a jejich aktivace

Práce je zaměřena na sledování vlivu použitého typu sodného vodního skla na konečné vlastnosti připravených alkalicky aktivovaných systémů. V rámci experimentu byly použity čtyři druhy komerčně dostupného sodného vodního skla od čtyř různých producentů působících v ČR, konkrétně vodní skla společností Kittfort Praha, s.r.o., Vodní sklo, a.s., KM PLUS spol. s r.o. a EURO - Šarm spol. s r.o.

Výroba tekutého vodního skla může být dvojím způsobem, buď výrobou z pevného křemičitanu sodného, nebo hydrotermální reakcí. Pevný křemičitan sodný se vyrábí ze sklářského písku, za pomoci tavení ve sklářské vaně při teplotě 1400 – 1600 °C. Tavení probíhá za pomoci alkalického tavidla (oxidu sodného, který usnadňuje tavení písku). Tato roztavená sklovina se prudce ochladí za účelem narušení celistvé struktury, kde tímto procesem vzniknou malé částice a tím je jednodušší následné rozpouštění. Takto připravený materiál se za pomoci hydroxidu sodného, vody, teploty a tlaku rozpustí v autoklávu, kde následně vznikne vodní sklo. [31]

Druhou možností výroby tekutého vodního skla hydrotermální reakcí. V autoklávu se za pomoci hydroxidu sodného, vody, teploty a tlaku, přímo rozpustí křemičitý písek. Tímto způsobem lze vyrábět pouze určité druhy vodního skla. Pokud se do autoklávu přidávají organická či anorganická aditiva do procesu rozpouštění, tak můžeme vylepšovat jejich parametry. [31]

Pro možnosti srovnání byl u vodních skel na základě chemické analýzy upraven silikátový modul (Ms) vodních skel pomocí 50 % roztoku NaOH. Původní Ms použitých vodních skel činil - Kittfort 3,4, Vodní sklo 2,0, KM PLUS 3,2 a EURO - Šarm 3,2. Výsledná hodnota silikátového modulu po úpravě se u všech vodních skel blížila hodnotě 2 (vodní sklo se silikátovým modulem 2 se dále označuje jako aktivátor).

Roztok NaOH byl připraven z 500 g destilované vody, do které bylo postupně přidáváno 500 g NaOH v granulované formě v pevném stavu.

Jako optimální dávka aktivátoru byla, na základě předchozích výzkumných prací na katedře Stavebních hmot a diagnostiky staveb FAST, VŠB-TUO, zvolena hodnota 127 ml aktivátoru na 450 g vysokopecní strusky.

Přílohy 3, 4, 5 a 6 této práce tvoří technické, příp. bezpečnostní listy použitých vodních skel a Přílohu 7 tvoří technický list hydroxidu sodného, který byl použit pro úpravu silikátového modulu.

4 Použité zkušební metody

Pro stanovení vlastností alkalicky aktivovaných materiálů nejsou k dispozici normové postupy, z tohoto důvodu byly v práci použity normy pro zkoušení malt a cementů.

4.1 Postup při přípravě směsí

Směsi byly připraveny dle požadavků normy ČSN EN 196. V první fázi byl míchán aktivátor, voda a pojivo po dobu 90 s nízkou rychlostí míchání dle ČSN EN 196 - 3. Po ukončení prvního cyklu míchání byla směs míchána dle požadavků ČSN EN 196 - 1 s celkovou dobou míchání 180 s, kdy byl dávkován písek. [11, 12]

V laboratoři byla při přípravě směsi použita běžná laboratorní míchačka značky BETON SYSTEM (Obr. 5), která vyhovuje požadavkům ČSN EN 196. [12]



Obrázek 5 – Laboratorní míchačka BETON SYSTEM

4.2 Výroba zkušebních těles

Vlastnosti směsí byly ověřovány na tělesech o rozměrech (40 x 40 x 160) mm (Obr. 6). Tato byla vyrobena v souladu s normovými požadavky pro přípravu malt a cementů. V první fázi byly formy směsí vyplněny přibližně do poloviny výšky a směs byla na vibračním stole hutněna po dobu 120 s. V druhé fázi byla směs do formy doplněna do celého jejího objemu a během následného vibrování po dobu 120 s byl zarovnán povrch těles. Směs ve formách byla vždy uložena na 24 – 72 hodin ve vlhkostní skříni. Po odformování byla tělesa uložena do prostředí se 100 %-ní vlhkostí. [12]

Po uplynutí požadované doby zrání byly změřeny rozměry těles a zjištěny jejich hmotnosti. Na základě těchto hodnot byla vypočtena objemová hmotnost ztvrdlé směsi dle ČSN EN 12390 – 7. [10]



Obrázek 6 – Odformovaná tělesa pro stanovení pevnosti po 60 dnech zrání

4.3 Stanovení konzistence čerstvé směsi

Stanovení konzistence čerstvých směsí bylo provedeno dle ČSN EN 1015 - 3.

Účelem této zkoušky je stanovení hodnoty průměru rozlití vzorku čerstvé směsi umístěného na desce střešacího stolku (Obr. 7). Před každou zkouškou je povrch desky a kovového kužele očištěn vlhkou tkaninou a následně otřen do sucha, na povrch je nanесena tenká vrstva minerálního oleje s nízkou viskozitou. Kužel je umístěn do středu desky střešacího stolku a naplněn čerstvou směsí. Naplněn je ve dvou vrstvách, přičemž každá vrstva je zhutněna 10 lehkými údery dřevěného dusadla tak, aby byl kovový kužel rovnoměrně naplněn. Během plnění a hutnění je dbáno na to, aby byl kovový kužel přitlačen k desce. Pomocí špachtle je odstraněna přebytečná směs a volná plocha desky je otřena do čista. Přibližně po uplynutí 15 s je kovový kužel zvednut kolmo vzhůru a směs se na desce střešacího stolku za pomoci 15 rázů rozlije. Průměr koláče je změřen vždy ve dvou na sobě kolmých směrech a výsledky v mm s přesností na 1 mm jsou zprůměrovány. [9]



Obrázek 7 – Zařízení pro stanovení konzistence čerstvé směsi – střešací stolek, kovový kužel a dřevěné dusadlo

4.4 Stanovení počátku a konce doby tuhnutí

Stanovení počátku a konce doby tuhnutí bylo provedeno dle normy ČSN EN 196 – 3. [8]

Stanovení počátku a konce doby tuhnutí se provádí pomocí Vicatova přístroje, opatřeného příslušným nástavcem (jehlou pro stanovení počátku doby tuhnutí a jehlou s nástavcem pro stanovení konce doby tuhnutí).

Nejdříve je nastavena jehla Vicatova přístroje, která se dotýká podkladní destičky a stupnice je nastavena do nulové polohy. Dále je jehla zvednuta a Vicatův prstenec naplněn směsí, povrch zarovnán a umístěn na skleněnou destičku. Tato skleněná destička s plným Vicatovým prstencem je uložena do zkušebního zařízení a jehla je zajištěna tak, aby se její hrot dotýkal povrchu směsi. (Obr. 8)



Obrázek 8 – Vicatův přístroj, prstenec, jehla

Pokud je uvolněn zajišťovací šroub, jehla začne vnikat do směsi. Hloubku odečítáme nejpozději do 30 s. Počátek tuhnutí je doba, která uplynula od vsypání surovin do míchačky až do okamžiku, kdy vzdálenost, která je mezi jehlou a destičkou činí přibližně 6 ± 3 mm.

Jakmile stanovíme počátek doby tuhnutí, z Vicatova přístroje vyměníme jehlu za jehlu s kruhovým nástavcem. Prstenec obrátíme a znovu vložíme do přístroje, aby se jehla s kruhovým nástavcem dotýkala povrchu směsi. Opět musíme uvolnit zajišťovací šroub a jehla s kruhovým nástavcem začne vnikat do směsi.

Konec tuhnutí je doba, která uplynula od vsypání směsi do míchačky až po dobu, kdy jehla proniká do ztvrdlé směsi jen do hloubky 0,5 mm. Konec tuhnutí je tedy doba, kdy kruhový nástavec na jehle nezanechává na povrchu zkoušeného tělesa žádný otisk. [8]

4.5 Stanovení objemové hmotnosti ztvrdlé směsi

Výpočet objemové hmotnosti ztvrdlé směsi byl proveden podle ČSN EN 12390 – 7. Zkušební těleso bylo vyjmuto z místa jeho uložení, osušeno, změřeny rozměry a bylo provedeno zvážení tělesa. [10] Výpočet objemové hmotnosti ztvrdlé směsi byl proveden dle vztahu (1):

$$D = \frac{m}{V} \quad [\text{kg/m}^3] \quad (1)$$

kde D je objemová hmotnost ztvrdlé směsi v kg/m^3 ,

M je hmotnost zkušebního tělesa v kg,

V je objem tělesa v m^3 .

Výsledná hodnota objemové hmotnosti se zaokrouhlí na nejbližších 10 kg/m^3 .

4.6 Zkoušky pevnosti těles

Tělesa byla podrobena zkouškám pevnosti v tahu za ohybu a v tlaku. Pevnosti byly ověřovány po 1, 7, 28, 60 a 90 dnech dle normy ČSN EN 196 – 1. [12]

4.6.1 Stanovení pevnosti v tahu za ohybu

Zkušební těleso je uloženo do zkušebního lisu tak, aby směr zatěžování byl kolmý na směr plnění směsi do formy, a je podrobeno trojbodovému zatěžování. Zkoušena jsou vždy tři tělesa od každé záměsi. Zlomky trámečků po stanovení pevnosti v tahu za ohybu byly

po dokončení zkoušky použity na stanovení pevnosti v tlaku. Výpočet pevnosti v tahu za ohybu R_f byl proveden podle vzorce (2) :

$$R_f = \frac{3 \times F_t \times l}{2 \times b \times h^2} \quad (2)$$

kde R_f je pevnost v tahu ohybem n N/mm^2 ,

b je šířka trámečku, v mm,

h je výška trámečku, v mm,

F_t je zatížení vynaložené na střed trámečku při zalomení, v N,

l je vzdálenost mezi podporami, v mm.

Výsledná pevnost v tahu za ohybu byla vypočtena jako průměr ze tří hodnot a zaokrouhlena na 0,1 MPa.

4.6.2 Stanovení pevnosti v tlaku

Pevnost v tlaku se stanovuje na zkušebním lisu, kde působící síla se zvyšuje pravidelně během celé doby zatěžování a rychlost je (2400 ± 200) N/s až do porušení.

Pevnost v tlaku R_c , se vypočte vzorcem (3):

$$R_c = \frac{F_c}{1600} \quad (3)$$

kde R_c je pevnost v tlaku, v N/mm^2 ,

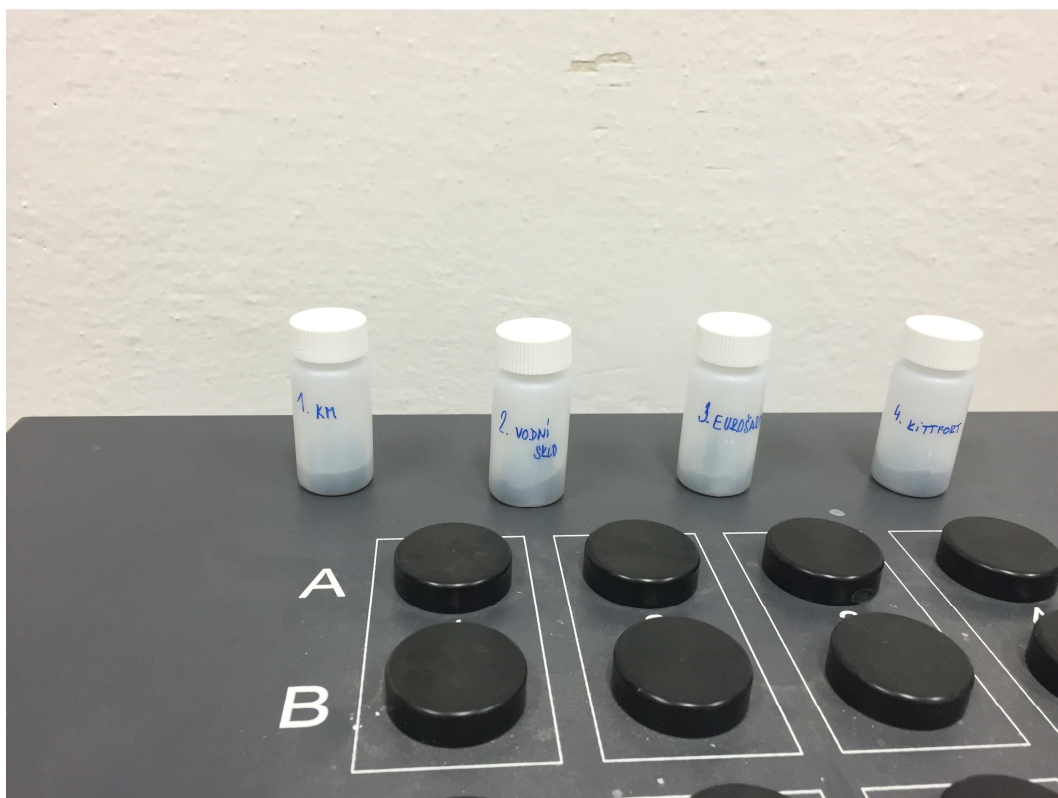
F_c je síla působící při porušení, v N,

1600 je plocha destiček, v mm^2 .

Výsledná pevnost v tlaku byla vypočtena jako průměr z šesti hodnot a zaokrouhlena na 0,1 MPa.

4.7 Kalorimetrie

Podstatou této zkoušky je sledování a měření vývinu hydratačního tepla, které vytvoří heterogenní směsi. Měření v kalorimetru je velice přesné. Výstupem je graf, který znázorňuje vývin hydratačního tepla (Obr. 9).



Obrázek 9 – Vzorky vložené do kalorimetru

5 Materiálové vlastnosti receptur

U směsí byly ověřovány vybrané vlastnosti, a to konzistence čerstvé směsi, počátek a konec doby tuhnutí, objemové hmotnosti ztvrdlé směsi a vývin hydratačního tepla (kalorimetrie). Dále byly stanoveny pevnosti v tahu ohybem a pevnosti v tlaku, které se zkoušely po 1, 7, 28, 60 a 90 dnech zrání.

5.1 Receptura

Receptura, která byla použita pro ověření vlastností směsí s různými druhy vodních skel je uvedena v Tab. 4.

Tab. 4. Složení receptury

Materiál	Struska	Voda	Aktivátor	Normový písek
Množství	450 g	100 g	127 ml	1350 g

5.2 Konzistence čerstvých směsí

Stanovení konzistence čerstvých směsí bylo provedeno na směších, které byly připraveny jednotlivě pro každé vodní sklo. Každá směs byla zvlášť namíchána a postupně odzkoušena, výsledné průměrné hodnoty jsou uvedeny v Tab. 5.

Tab. 5. Hodnoty konzistencí čerstvé směsi

Druh vodního skla	Velikost rozlití (mm)
Vodní Sklo	175
KM	170
Eurošarm	175
Kittfort	180

Z výsledků je zřejmé, že receptura s vodním sklem KM dosahuje nejmenší hodnoty rozlití, a to 170 mm, Vodní Sklo a Eurošarm dosáhly rozlití 175 mm, směs s aktivátorem z vodního skla Kittfort dosáhla rozlití 180 mm.

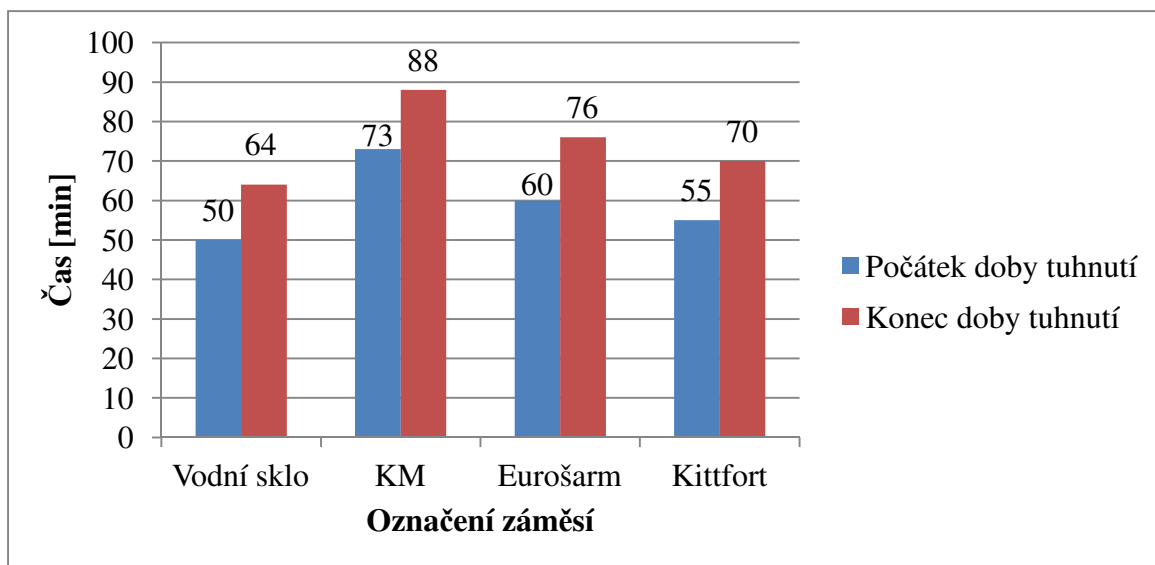
5.3 Počátek a konec doby tuhnutí

U jednotlivých záměsů byly v rámci experimentu stanoveny počátky a konce doby tuhnutí podle uvedeného normového postupu popsaného v normě ČSN EN 196 – 3 + A1 viz. kapitola 4.4.

U alkalicky aktivovaných systémů nastává počátek tuhnutí obvykle v intervalu od 20 do 90 minut a konec tuhnutí obvykle cca 15 - 20 min po počátku tuhnutí, měření tedy bylo prováděno v minutových intervalech. Jelikož byly oproti normovému postupu připraveny a testovány celé receptury včetně normového písku (z důvodu obtížné redukce vodního součinitele vlivem použití roztoku vodního skla), byly dosažené hodnoty počátku a konce doby tuhnutí u jednotlivých záměsů vždy minimálně třikrát ověřeny. Výsledky zkoušky jsou uvedeny v Tab. 6 a graficky znázorněny na Obr. 10.

Tab. 6. Počátky a konce doby tuhnutí jednotlivých směsí

Typ vodního skla	Počátek doby tuhnutí [min]	Konec doby tuhnutí [min]
Vodní sklo	50	64
KM	73	88
Eurošarm	60	76
Kittfort	55	70



Obrázek 10 – Stanovení doby tuhnutí

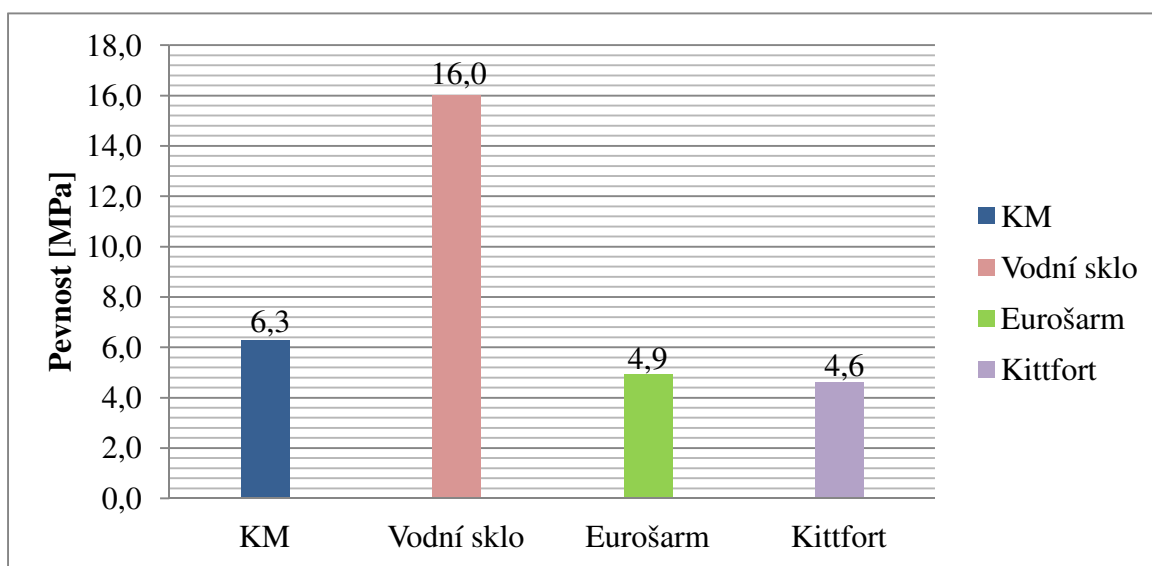
Z výsledků vyplývá, že nejkratší dobu počátku i konce tuhnutí dosahuje směs s obsahem vodního skla od výrobce Vodní sklo, která činí 50, resp. 64 min, nejdelší doba počátku i konce tuhnutí byla zaznamenána u směsi s vodním sklem od firmy KM (73 resp. 88 min). Na základě měření bylo zjištěno, že všechny připravené záměsi začínají tuhnout v intervalu od 50 do 73 minut a konec doby tuhnutí nastává v rozmezí 64 až 88 min. U všech směsí se časový interval mezi počátkem a koncem doby tuhnutí pohyboval v rozmezí 14 –16 min.

5.4 Pevnosti po 1 dni zrání

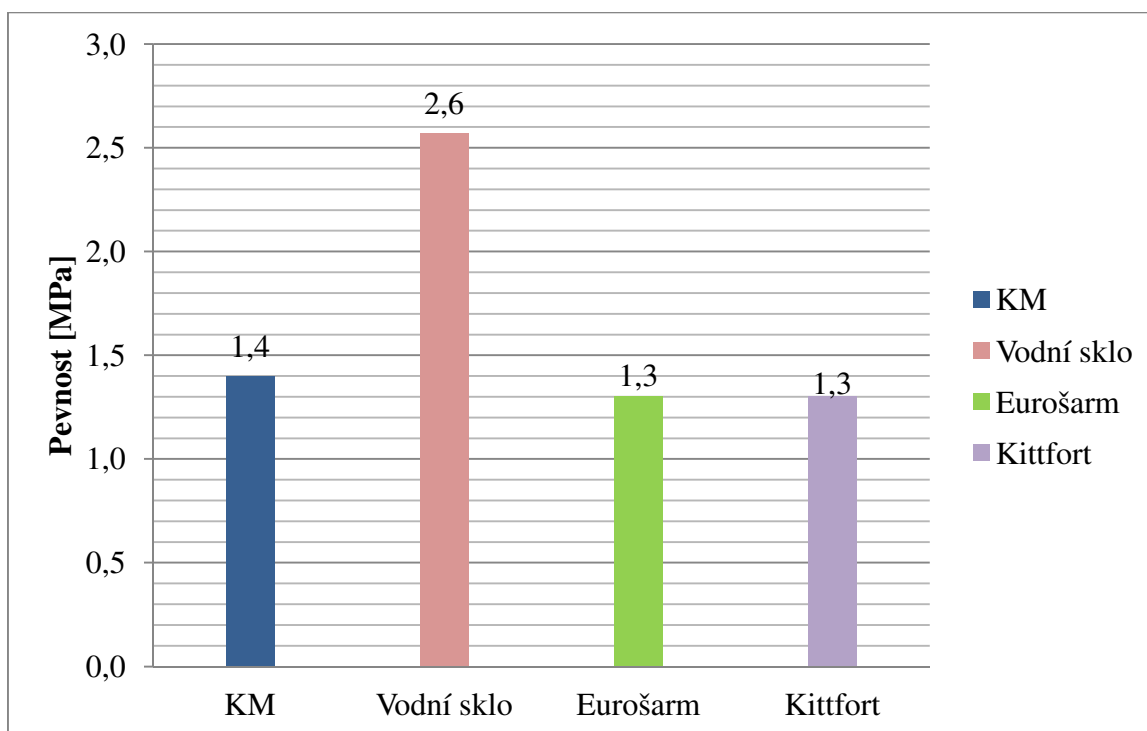
Připravené směsi vložíme do forem a uložíme na 24 hodin do uzavřeného prostoru vlhkostní skříň. Po uplynutí 24 hodin byly trávěčky odformovány, změřeny rozměry, stanovena hmotnost a vypočtena objemová hmotnost ztvrdlé směsi. Poté bylo provedeno stanovení pevnosti tahu za ohybu a pevnosti v tlaku Tab. 7, Obr. 11 a 12.

Tab. 7. Vlastnosti směsí po 1 dni

Směs	Objemová hmotnost (kg/m ³)	Pevnost v tahu ohybem (MPa)	Pevnost v tlaku (MPa)
KM	2220	1,4	6,3
Vodní sklo	2240	2,6	16
Eurošarm	2200	1,3	4,9
Kittfort	2290	1,3	4,6



Obrázek 11 – Pevnosti v tlaku po 1 dni zrání



Obrázek 12 – Pevnosti v tahu za ohybu po 1 dni zrání



Obrázek 13 – Porušený zkušební vzorek s vodním sklem Kittfort po stanovení pevnosti v tlaku po 1 dni zrání

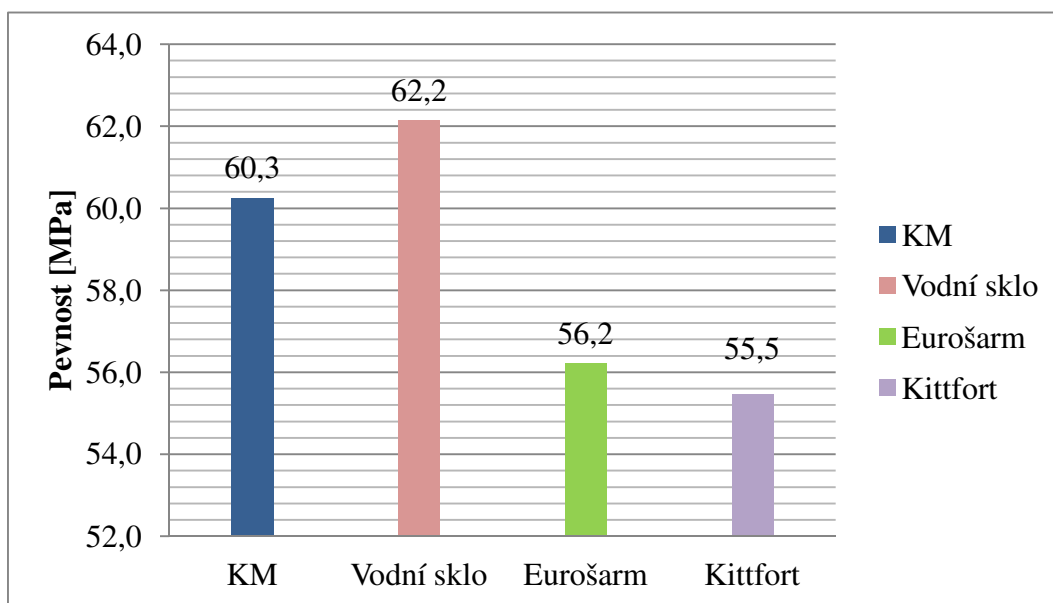
Z výsledků je zřejmé, že u 1 denních pevností v tahu za ohybu dosáhla nejvyšších hodnot směs s vodním sklem od výrobce Vodní sklo (2,6 MPa) a zároveň nejnižších pevností dosáhly směsi Kittfort a Eurošarm (1,3 MPa). Ze stanovených pevností v tlaku vyplývá, že nejvyšších pevností dosahuje směs Vodní sklo (16 MPa) a nejnižší pevnosti, v rozmezí 4 - 5 MPa byly zjištěny u směsi Kittfort a Eurošarm.

5.5 Pevnosti po 7 dnech zrání

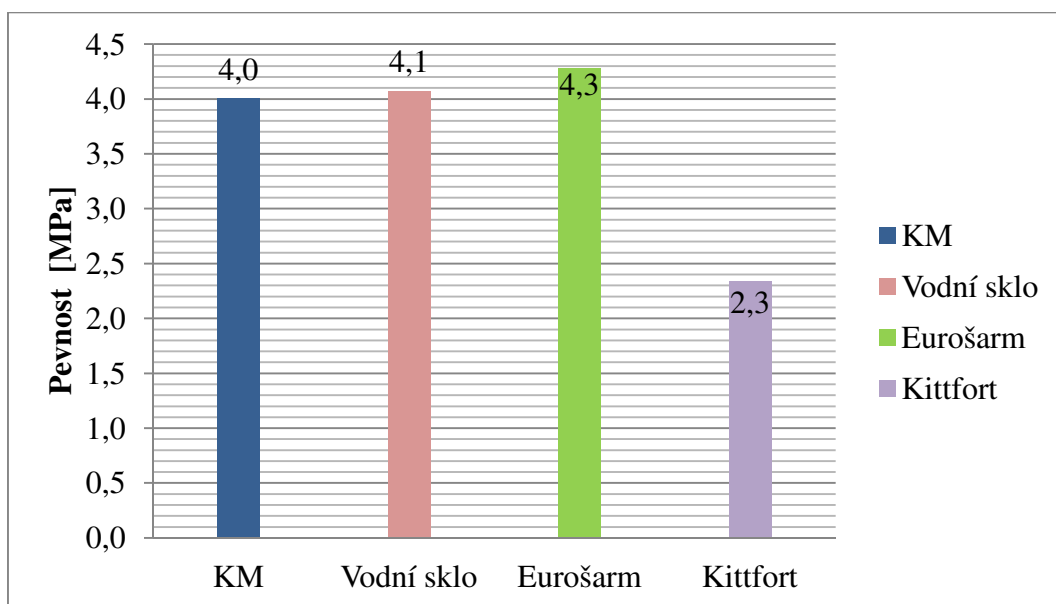
Připravené směsi se uloží do forem a na 24 – 72 hodin se umístí do uzavřeného prostoru vlhkostní skříně. Po uplynutí této doby byly tramečky odformovány a vloženy do uzavřené nádoby, kde je 100 % vlhkost. Po 7 dnech zrání jsou změřeny rozměry a hmotnost a je určena objemová hmotnost ztvrdlé směsi. Dále byly stanoveny pevnosti v tahu za ohybu a pevnosti v tlaku Tab. 8, Obr. 14 a 15.

Tab. 8. Vlastnosti směsí po 7 dnech

Směs	Objemová hmotnost (kg/m ³)	Pevnost v tahu ohybem (MPa)	Pevnost v tlaku (MPa)
KM	2310	4,0	60,3
Vodní sklo	2290	4,1	62,2
Eurošarm	2300	4,3	56,2
Kittfort	2300	2,3	55,5



Obrázek 14 – Pevnosti v tlaku po 7 dnech zrání



Obrázek 15 – Pevnosti v tahu za ohybu po 7 dnech zrání



Obrázek 16 – Porušený zkušební vzorek po stanovení pevnosti v tlaku

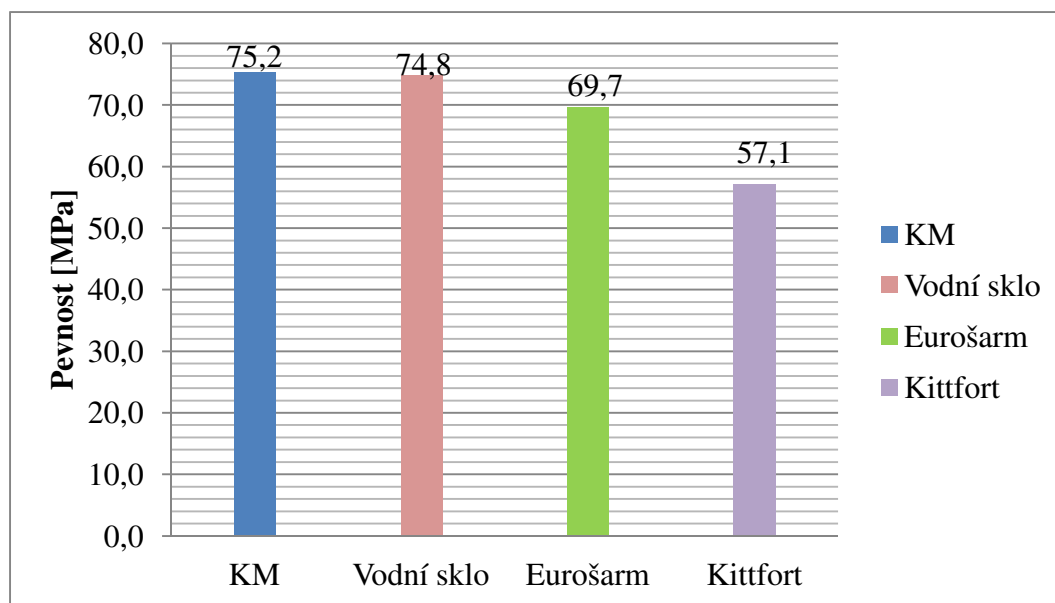
Z výsledků vyplývá, že u 7 denních pevností v tahu za ohybu dosahuje nejvyšší hodnoty směs Eurošarm (4,3 MPa) a nejnižších hodnot dosáhla směs Kittfort (2,3 MPa). Ze stanovení pevnosti v tlaku vyplývá, že nejvyšších hodnot dosahuje směs Vodní sklo (62,2 MPa) a nejnižší hodnoty byly zjištěny u směsi Kittfort (55,5 MPa).

5.6 Pevnost po 28 dnech zrání

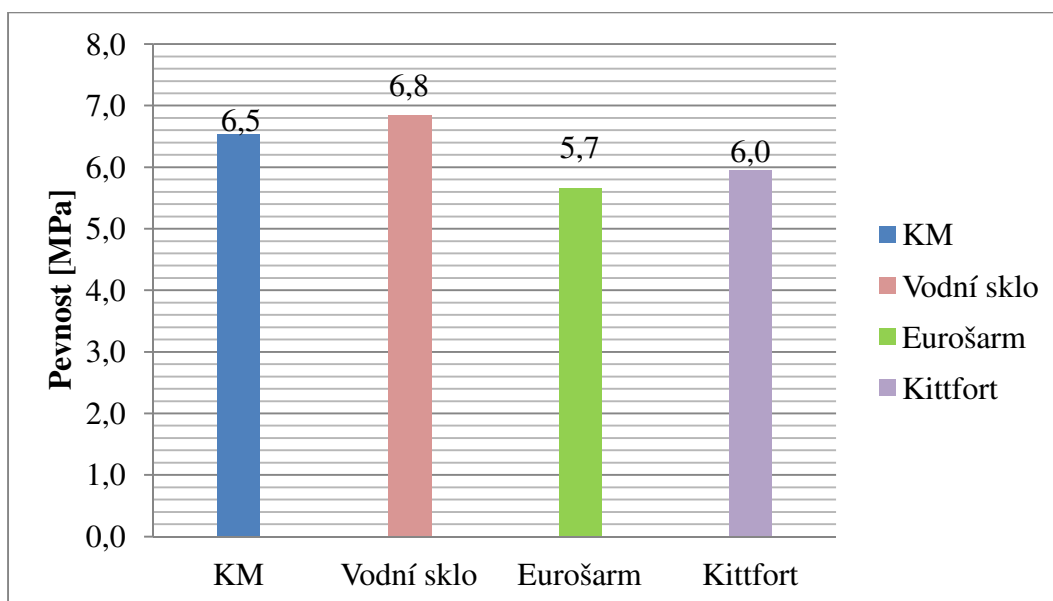
Připravené směsi byly vloženy do forem a uloženy na 24 – 72 hodin do uzavřeného prostoru vlhkostní skříně. Po uplynutí této doby se provedlo odformování vzorků, které byly vloženy do uzavřené nádoby se 100 %-ní vlhkostí. Po 28 dnech byla zjištěna hmotnost těles, změřeny jejich rozměry a vypočteny objemové hmotnosti ztvrdlé směsi. Následně byly stanoveny pevnosti v tahu za ohybu a pevnosti v tlaku Tab. 9, Obr 17 a 18.

Tab. 9. Vlastnosti směsí po 28 dnech

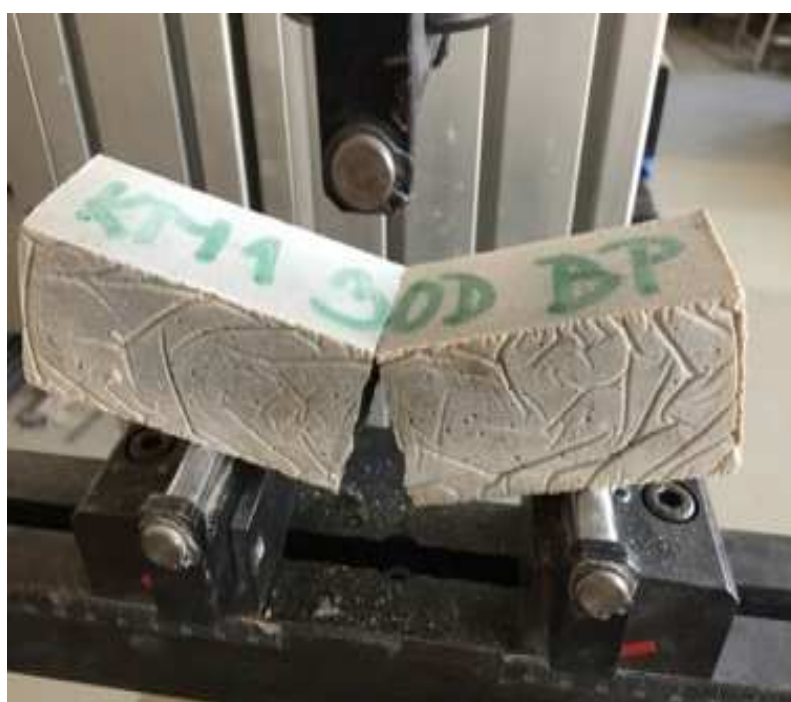
Směs	Objemová hmotnost (kg/m ³)	Pevnost v tahu ohybem (MPa)	Pevnost v tlaku (MPa)
KM	2300	6,5	75,2
Vodní sklo	2350	6,8	74,8
Eurošarm	2320	5,7	69,7
Kittfort	2300	6	91,3



Obrázek 17 – Pevnosti v tlaku po 28 dnech zrání



Obrázek 18 – Pevnosti v tahu za ohybu po 28 dnech zrání



Obrázek 19 – Porušený zkušební vzorek po stanovení pevnosti v tahu za ohybu



Obrázek 20 – Porušený zkušební vzorek po stanovení pevnosti v tlaku po 28 dnech

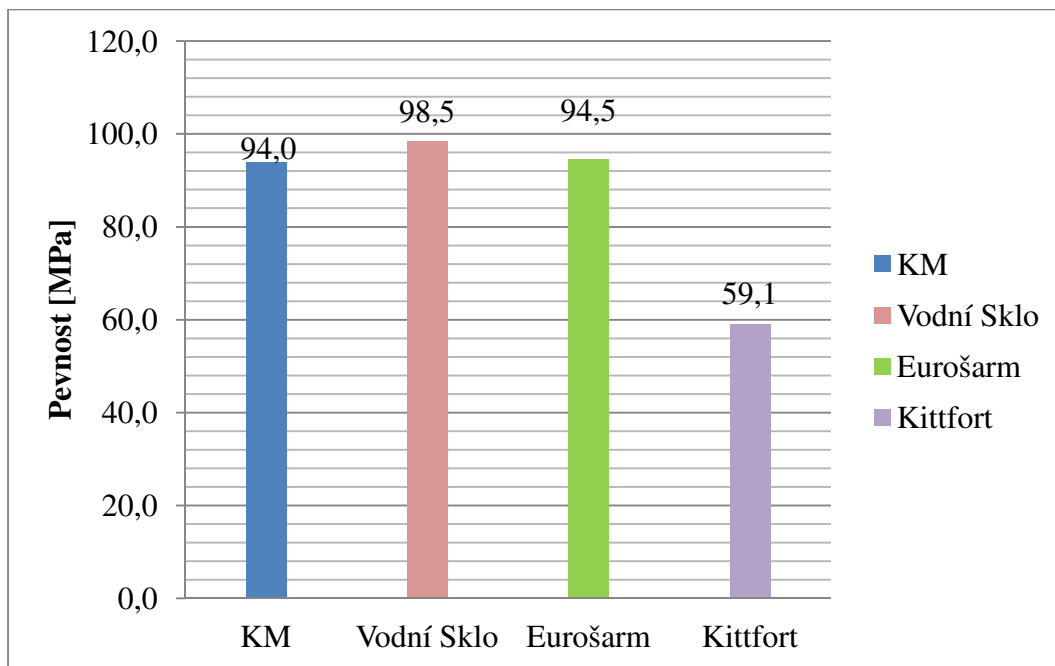
Z výsledků zkoušek je zřejmé že u 28 denních pevností v tahu za ohybu dosahuje nejlepších výsledků směs Vodní sklo 6,8 MPa. Pevnosti všech směsí byly vyrovnané, pohybují se v rozmezí 5,7 až 6,8 MPa. Při stanovení pevnosti v tlaku byly nejvyšší hodnoty dosaženy u směsi KM (75,2 MPa), nejnižší pevnost byla zjištěna u směsi Kittfort (57,1 MPa).

5.7 Pevnost po 60 dnech zrání

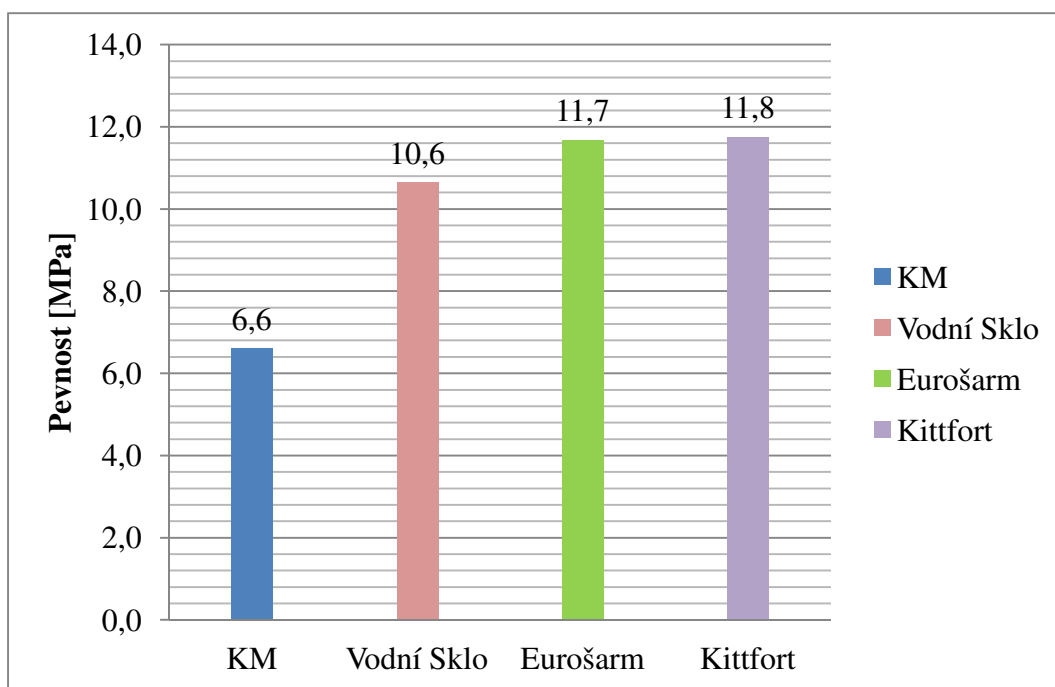
Připravené směsi byly vloženy do forem a uloženy na 24 – 72 hodin do uzavřeného prostoru vlhkostní skříně. Po uplynutí této doby se provedlo odformování vzorků, které byly vloženy do uzavřené nádoby se 100 %-ní vlhkostí. Po uplynutí 60 dní zrání byla zjištěna hmotnost těles, jejich rozměry a vypočteny objemové hmotnosti ztvrdlé směsi. Následně byly stanoveny pevnosti v tahu za ohybu a pevnosti v tlaku Tab. 10, Obr. 21 a 22.

Tabulka 10. Vlastnosti směsí po 60 dnech zrání

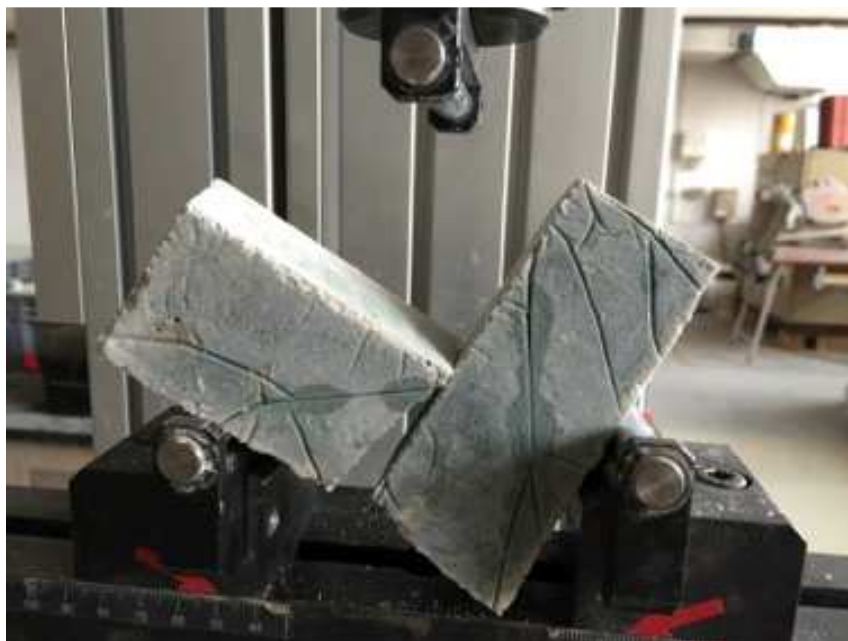
Směs	Objemová hmotnost (kg/m ³)	Pevnost v tahu ohybem (MPa)	Pevnost v tlaku (MPa)
KM	2280	6,6	94,0
Vodní sklo	2300	10,6	98,5
Eurošarm	2300	11,7	94,5
Kittfort	2220	11,8	59,1



Obrázek 21 – Pevnosti v tlaku po 60 dnech zrání



Obrázek 22 – Pevnosti v tahu za ohybu po 60 dnech zrání



Obrázek 23 – Porušený zkušební vzorek po stanovení pevnosti v tahu za ohybu



Obrázek 24 – Porušený zkušební vzorek po stanovení pevnosti v tlaku

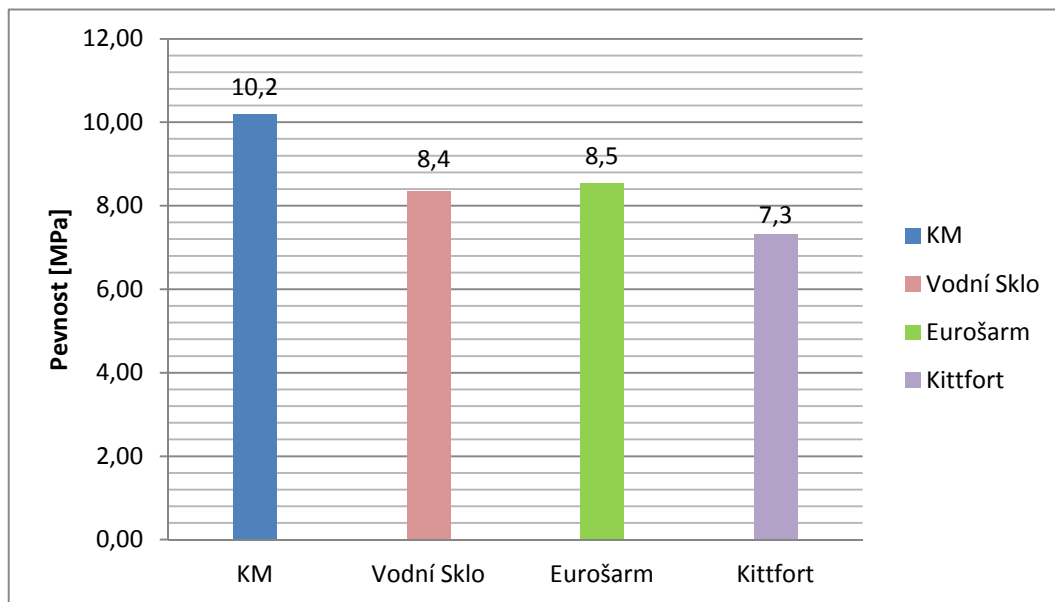
Z naměřených hodnot vyplývá, že nejvyšších 28 denních pevností v tahu za ohybu dosahuje směs Kittfort (11,8 MPa) a nejnižší pevnosti byly zjištěny u směsi KM (6,6 MPa). U pevnosti v tlaku bylo nejvyšších hodnot dosaženo u směsi Vodní sklo (98,5 MPa) a nejnižší hodnoty byly zjištěny u směsi Kittfort (59,1 MPa).

5.8 Pevnost po 90 dnech zrání

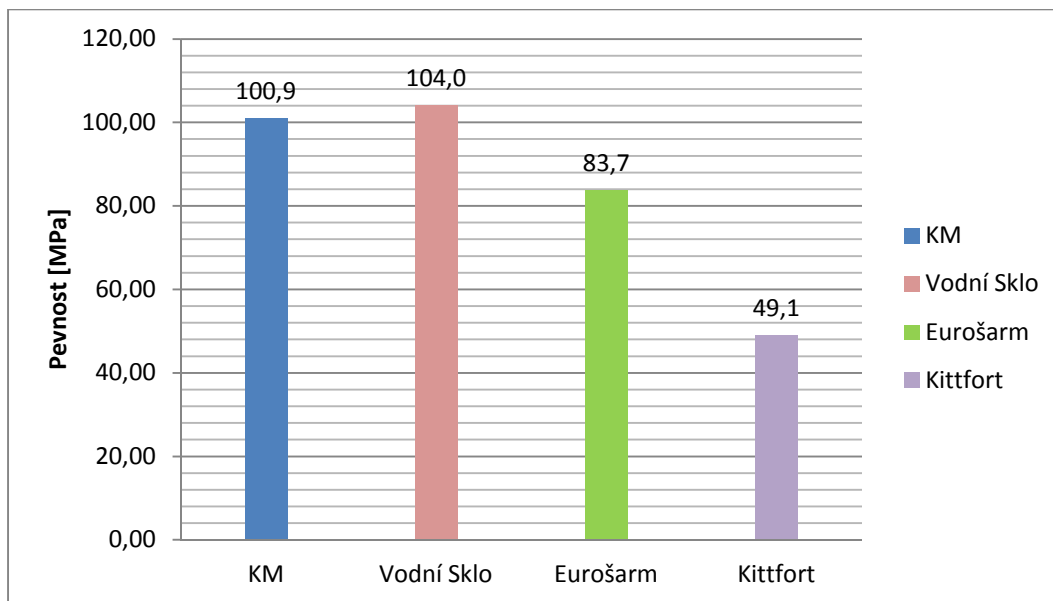
Připravené směsi byly vloženy do forem a uloženy na 24 – 72 hodin do uzavřeného prostoru vlhkostní skříně. Po uplynutí této doby se provedlo odformování vzorků, které byly vloženy do uzavřené nádoby se 100 %-ní vlhkostí. Po uplynutí 90 dní zrání byla zjištěna hmotnost těles a jejich rozměry, vypočteny objemové hmotnosti a stanoveny pevnosti v tahu za ohybu a pevnosti v tlaku Tab. 11, Obr. 25 a 26.

Tabulka 11. Vlastnosti směsí po 90 dnech zrání

Směs	Objemová hmotnost (kg/m ³)	Pevnost v tahu ohybem (MPa)	Pevnost v tlaku (MPa)
KM	2220	10,2	100,9
Vodní sklo	2240	8,4	104,0
Eurošarm	2200	8,5	83,7
Kittfort	2290	7,3	49,1



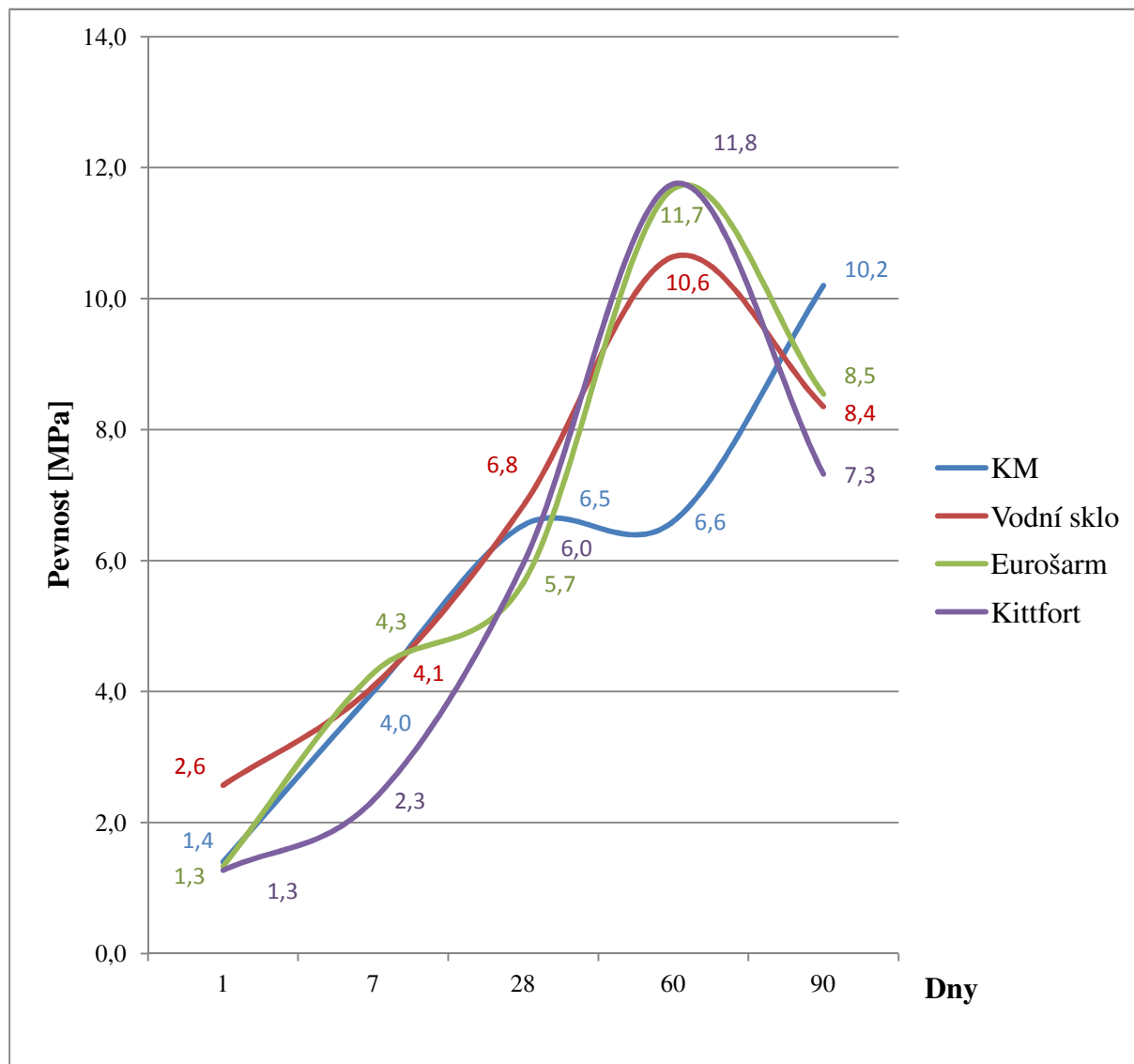
Obrázek 25 – Pevnosti v tlaku po 90 dnech zrání



Obrázek 26 – Pevnosti v tahu za ohybu po 90 dnech zrání

Z výsledků je zřejmé, že nejvyšších 90 denních pevností v tahu za ohybu dosahuje směs KM (10,2 MPa) a nejnižších hodnot dosáhla směs Kittfort (7,3 MPa). U pevností v tlaku největších hodnot nabývá směs Vodní sklo (104 MPa) a nejnižší pevnost má směs s příměsí Kittfort (49,1 MPa).

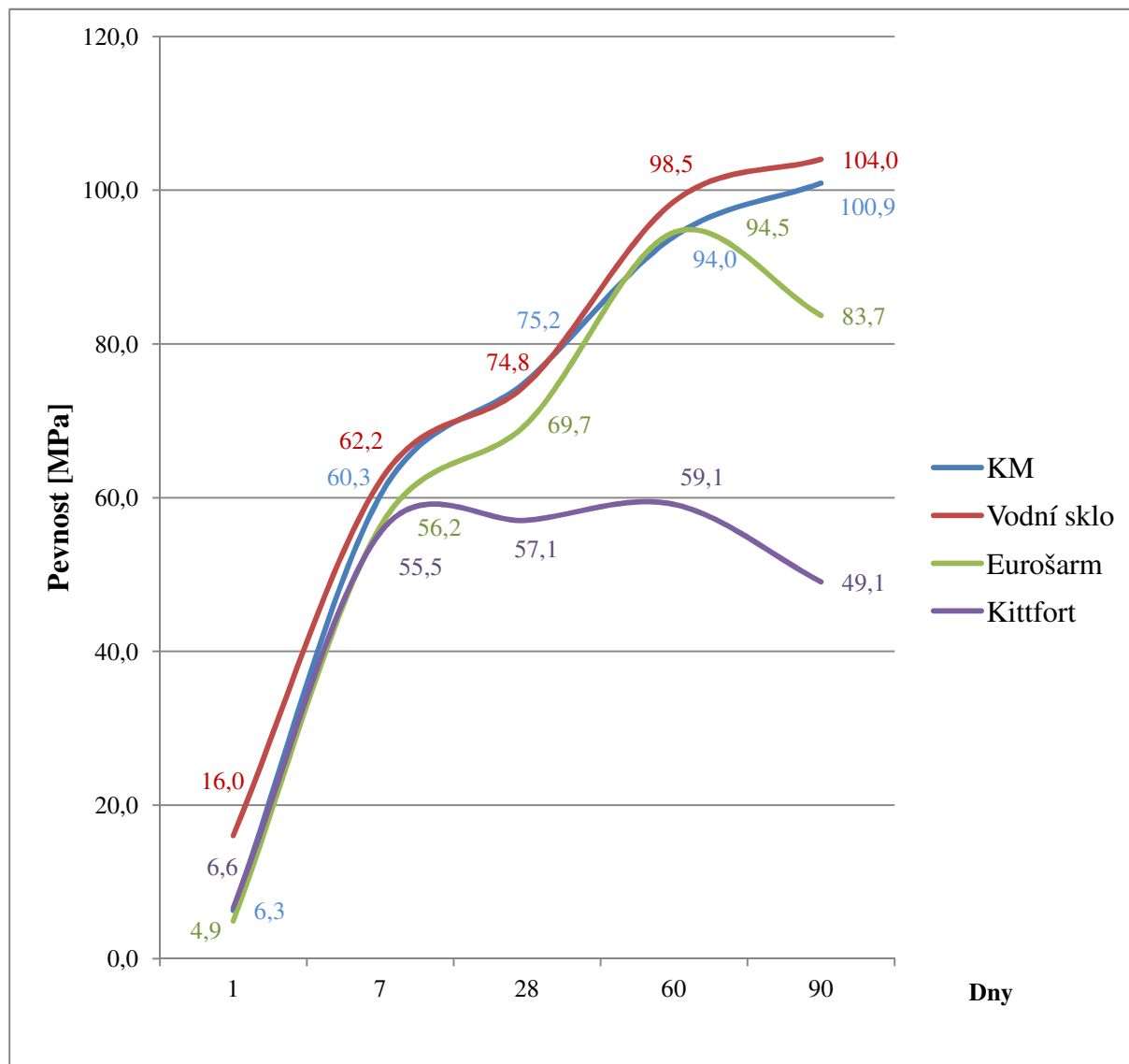
5.9 Vývoj pevností v tahu za ohybu v čase



Obrázek 27 – Vývoj pevností v tahu za ohybu v čase

Na základě Obr. 27 lze konstatovat, že křivky vývoje pevností v tahu za ohybu u jednotlivých směsí jsou podobné s výjimkou směsi KM, jež oproti ostatním recepturám dosahuje po 60 dnech zrání nižších pevností, po 90 dnech u této směsi pevnosti však i nadále narůstají, zatímco u ostatních směsí dochází k poklesu maxim dosažených po 60 dnech až o 40 %. Nejmarkantnější pokles byl zaznamenán u směsi Kittfort.

5.10 Vývoj pevností v tlaku v čase

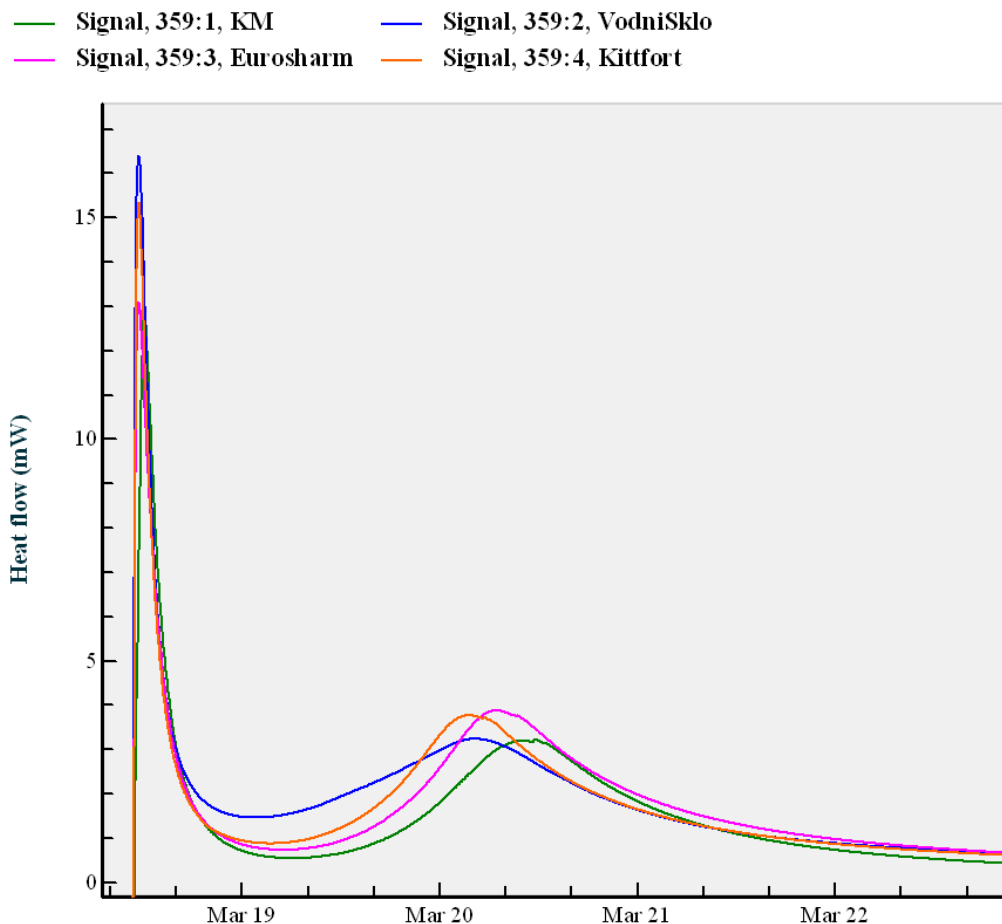


Obrázek 28 – Vývoj pevností v tlaku v čase

Na základě Obr. 28 je možno konstatovat, že pevnosti výrazným způsobem narůstají i po 28 dnech zrání, po 60 dnech se nárůst zpomaluje, u směsí Kittfort a Eurošarm dochází v období mezi 60 a 90 dny zrání k poklesům pevnosti v tlaku o cca 10 MPa. Pevnosti směsí Vodní sklo a KM i po 90 dnech zrání nadále narůstají nad hodnoty 100 MPa.

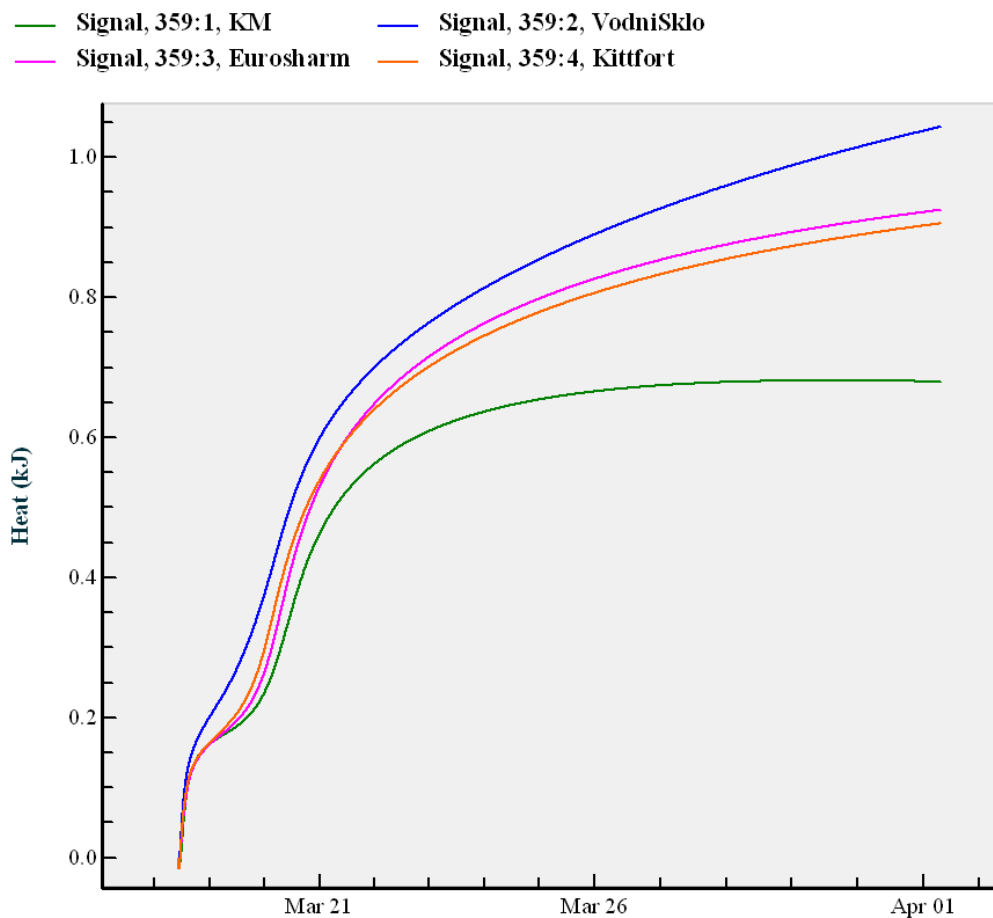
5.11 Kalorimetrie

Pro možnosti provedení kalorimetrie byla redukována množství jednotlivých surovin, kterých bylo pro provedení zkoušky potřeba na 0,9 % původní hmotnosti složek do receptur. Výsledky kalorimetrie jsou na Obr. 28 a 29.



Obrázek 29 – Teplotní průběh u jednotlivých směsí

Záznam průběhu tepelného toku po dobu hydratace ukazuje, že všechny čtyři vzorky hydratují z pohledu času přibližně stejně. Především hydratační průběh po cca 2 dnech od přípravy má velmi podobný průběh u všech vzorků (Obr. 29)



Obrázek 30 – Vývin hydratačního tepla u jednotlivých směsí

Z pohledu vývinu hydratačního tepla se ukazuje, že vzorek s vodním sklem KM dosáhl svého vrcholu po přibližně po 6 dnech zrání, zatímco ostatní směsi stále ještě mírně reagují. (Obr. 30)

5.12 Vizuální vyhodnocení zrání směsí

U připravených směsí byl během stanovení pevností pozorován rozdílný vzhled těles na jejich vnitřní lomové straně, tyto rozdíly jsou zřejmé z Obr. 31 – 34. Zelenošedé zabarvení u jednotlivých směsí koresponduje s dosaženými výsledky pevností a je odrazem stupně alkalické aktivace ve směsi, tedy čím větší plocha zabarvení a čím tmavší barva, tím větší pevnosti v tlaku i v tahu za ohybu.



Obrázek 31 - Zbarvení vzorku Vodní sklo



Obrázek 32 - Zbarvení vzorku Kittfort



Obrázek 33 - Zbarvení vzorku KM



Obrázek 34 - Zbarvení vzorku Eurošarm

6 Závěr

Cílem Bakalářské práce bylo ověření vybraných mechanicko-fyzikálních vlastností u alkalicky aktivovaných materiálů, které jsou na bázi jemně granulované vysokopecní strusky a pro alkalickou aktivaci jsou jako aktivátor použity čtyři druhy komerčně prodáváného sodného vodního skla.

U čerstvých směsí byly stanoveny konzistence a počátky a konce dob tuhnutí. Při stanovení konzistencí čerstvých směsí, dosahovaly všechny receptury podobných hodnot rozlití, které se pohybovaly v rozmezí od 170 do 180 mm.

Nejkratší doby tuhnutí byly zjištěny u směsi Vodní sklo, počátek doby tuhnutí činil 50 min a konec doby tuhnutí 64 min. Naopak nejdelší doby počátku i konce tuhnutí byly zaznamenány u směsi s vodním sklem KM, a to 73 min. resp. 88 min. Na základě měření bylo zjištěno, že všechny připravené záměsi začínají tuhnout v intervalu od 50 do 73 minut a konec doby tuhnutí nastává v rozmezí 64 až 88 min. U všech směsí se časový interval mezi počátkem a koncem doby tuhnutí pohyboval v rozmezí 14 – 16 min.

Na základě ověřování pevností v tahu za ohybu v průběhu 90 dní zrání je možno konstatovat, že křivky vývoje pevností v tahu za ohybu u jednotlivých směsí jsou podobné (dosahují po 1 dni zrání vždy cca 1 – 3 MPa, po 7 dnech zrání v rozmezí 2 – 4 MPa, po 28 dnech cca 6 – 7 MPa, po 28 dnech cca 11 MPa) s výjimkou směsi KM, jež oproti ostatním recepturám dosahuje po 60 dnech zrání nižších pevností (kolem 6,6 MPa), po 90 dnech u této směsi pevnosti však i nadále narůstají (10,2 MPa), zatímco u ostatních směsí dochází k poklesu maxim dosažených po 60 dnech až o 40 % (pevnosti kolem 7 – 8,5 MPa). Nejmarkantnější pokles byl zaznamenán u směsi Kittfort.

Na základě ověřování pevností v tlaku v průběhu 90 dní je možno konstatovat, že největší nárůst pevností je během prvních sedmi dní zrání (průměrně se hodnoty pohybují kolem 55 – 60 MPa), pevnosti výrazným způsobem narůstají i po 28 dnech zrání (v této době dosahují cca 70 MPa), po 60 dnech se nárůst zpomaluje, u směsí Kittfort a Eurošarm dochází v období mezi 60 a 90 dny zrání k poklesům pevnosti v tlaku o cca 10 MPa. Pevnosti směsí Vodní sklo a KM i po 90 dnech zrání nadále narůstají nad hodnoty 100 MPa.

Na základě provedené kalorimetrie je zřejmé, že všechny čtyři vzorky hydratují z pohledu času přibližně stejně. Především hydratační průběh po cca 2 dnech od přípravy má

velmi podobný průběh u všech vzorků. Z pohledu vývinu hydratačního tepla se ukazuje, že vzorek s vodním sklem KM dosahuje svého vrcholu po přibližně po 6 dnech zrání, zatímco ostatní směsi stále ještě mírně reagují.

Na základě provedených experimentů můžeme konstatovat, že vlastnosti připravených čerstvých směsí se od sebe příliš neliší, na základě sledovaných pevnostních parametrů je však zřejmé, že v přímé úměře s narůstající dobou zrání se rozdíly mezi testovanými směsmi zvětšují.

Práce prokázala, že použití sodného vodního skla od konkrétního producenta ovlivňuje konečné vlastnosti připravených směsí, zejména pevnostních charakteristik po 30 a více dnech zrání, kde byly zjištěny značně rozdílné hodnoty u jednotlivých testovaných směsí.

7 Literatura

- [1] BÁRTA, R.: Chemie a technologie cementu. - Nakladatelství ČSAV Praha, 1961, 1108 s
- [2] BAREK, J. Pucolánová aktivita oxidu křemičitého. Brno, 2014. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně
- [3] BAYER, P. Vliv popílku na vlastnosti cementových malt. Brno, 2012. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně
- [4] Jana BOHÁČOVÁ, Stanislav STANĚK, Martin VAVRO Možnosti aplikace alkalicky aktivovaných systémů ve stavebnictví. Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské Technické univerzity Ostrava číslo 2, rok 2012
- [5] BOHÁČOVÁ, J. Příprava a ověření vlastností geopolymérů na bázi metakaolinu a dalšího pojiva. Ostrava, 2009. Diplomová práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
- [6] BRANDŠTETR, J., KRIVENKO, P.V.: Alkalické cementy a betony. SILIKA, s. 26 – 28 (2000)
- [7] BRANDŠTETR, J, KOLOUŠEK, D., VOREL, J., Opravil, T., Bayer, P.: Geopolymery, geopolymerní cementy a betony. SILIKA, č. 7 – 8, s. 208 - 211 2005)
- [8] ČSN EN 196-3+A1: Metody zkoušení cementu – Část 3 :Stanovení dob tuhnutí a objemové stálosti. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví 2009
- [9] ČSN EN 1015-3 ZMĚNA A2: Zkušební metody malt pro zdivo - Část 3: Stanovení konzistence čerstvé malty (s použitím střásacího stolku). Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví 2009
- [10] ČSN EN 12390-7. Zkoušení ztvrdlého betonu: Část 7: Objemová hmotnost ztvrdlého betonu. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009
- [11] ČSN EN 196-3 + A1. Metody zkoušení cementu: stanovení dob tuhnutí a objemové stálosti. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009
- [12] ČSN EN 196-1. Metody zkoušení cementu: Část 1: Stanovení pevnosti. Praha: Český normalizační institut, 2005
- [13] DAVIDOVITS, J. [i] Geopolymer: chemistry and applications.[/i] 3rd ed. Saint-Quentin: Institut Géopolymère, 610p. 2011, ISBN 978-295-1482-050
- [14] FEČKO, P., M. KUŠNIEROVÁ, B. LYČKOVÁ, V. ČABLÍK a A. FARKAŠOVÁ. Popílky. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2003, 187 s. ISBN 80-

248-0327-5.

- [15] JIRÁSEK, Jakub a Martin VAVRO. Nerostné suroviny a jejich využití. Ostrava: Vysoká škola (JIRÁSEK, 2008) báňská - Technická univerzita, 2008, 1 CD-ROM. ISBN 978-80-248-1378-3
- [16] KOŇAŘÍK, J. Vliv aktivátoru na základní vlastnosti alkalicky aktivovaných systémů. Bakalářská práce.[i] FAST VŠB-TUO, Ostrava. 72 s. 2014
- [17] Kolektiv autorů. Současný stav výzkumu v oblasti geopolymérů. Praha: Česká rozvojová agentura o.p.s., 2005
- [18] LEWIS, D. W. Properties and uses of iron and steel slags. In: National Slag Association [online]. 1982, 1992 [cit. 2015-04-21 Dostupné z: http://www.nationalslag.org/sites/nationalslag/files/documents/nsa_1826_properties_and_uses_slag.pdf
- [19] SIDDIQUE, Rafat. Waste materials and by-products in concrete. Berlin: Springer, 2008, 413 p. ISBN 35-407-4293-X
- [20] ŠAFÁŘ, M. Trvanlivost alkalicky aktivovaných systémů. Brno 2015, Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně
- [21] ŠKVÁRA, F.: Alkalicky aktivované materiály geopolymery. Ústav skla a keramiky, VŠCHT v Praze, přístupno z <http://www.vscht.cz>
- [22] <http://tresen.vscht.cz/sil/>
- [23] <https://cs.wikipedia.org>
- [24] <http://www.britannica.com/science/water-glass>
- [25] <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?kaolin>
- [26] <http://www.sedlecky-kaolin.cz/cz/vyroby-a-sluzby/plavene-kaoliny-a-sedlec-ia.htm>
- [27] <http://www.geopolymery.eu/>
- [28] <http://tresen.vscht.cz/sil/>
- [29] <http://www.vuanch.cz/CS/kontakty/Stranky/default.aspx>
- [30] <http://www.vodnisklo.cz/cz/clanky/zakladni-informace-o-vodnim-skle>

8 Seznam obrázků

Obrázek 1 – Zikkurat v Uru	13
Obrázek 2 – Cheopsova pyramida v Egyptě	14
Obrázek 3 – Nudličkový kaolin výrobce Sedlecký kaolin a.s. [26]	20
Obrázek 4 – Křemelina	21
Obrázek 5 – Laboratorní míchačka BETON SYSTEM	26
Obrázek 6 – Odformovaná tělesa pro stanovení pevnosti po 60 dnech zrání	27
Obrázek 7 – Zařízení pro stanovení konzistence čerstvé směsi – střešací stolek, kovový kužel a dřevěné dusadlo	28
Obrázek 8 – Vicatův přístroj, prstenec, jehla	29
Obrázek 9 – Vzorky vložené do kalorimetru	32
Obrázek 10 – Stanovení doby tuhnutí	34
Obrázek 11 – Pevnosti v tlaku po 1 dni zrání	35
Obrázek 12 – Pevnosti v tahu za ohybu po 1 dni zrání	36
Obrázek 13 – Porušený zkušební vzorek s vodním sklem Kittfort po stanovení pevnosti v tlaku po 1 dni zrání	36
Obrázek 14 – Pevnosti v tlaku po 7 dnech zrání	37
Obrázek 15 – Pevnosti v tahu za ohybu po 7 dnech zrání	38
Obrázek 16 – Porušený zkušební vzorek po stanovení pevnosti v tlaku	38
Obrázek 17 – Pevnosti v tlaku po 28 dnech zrání	39
Obrázek 18 – Pevnosti v tahu za ohybu po 28 dnech zrání	40
Obrázek 19 – Porušený zkušební vzorek po stanovení pevnosti v tahu za ohybu	40
Obrázek 20 – Porušený zkušební vzorek po stanovení pevnosti v tlaku po 28 dnech	41
Obrázek 21 – Pevnosti v tlaku po 60 dnech zrání	42
Obrázek 22 – Pevnosti v tahu za ohybu po 60 dnech zrání	42

Obrázek 23 – Porušený zkušební vzorek po stanovení pevnosti v tahu za ohybu	43
Obrázek 24 – Porušený zkušební vzorek po stanovení pevnosti v tlaku	43
Obrázek 25 – Pevnosti v tlaku po 90 dnech zrání	44
Obrázek 26 – Pevnosti v tahu za ohybu po 90 dnech zrání.....	45
Obrázek 27 – Vývoj pevností v tahu za ohybu v čase	46
Obrázek 28 – Vývoj pevností v tlaku v čase	47
Obrázek 29 – Teplotní průběh u jednotlivých směsí.....	48
Obrázek 30 – Vývin hydratačního tepla u jednotlivých směsí.....	49
Obrázek 31 - Zbarvení vzorku Vodní sklo.....	50
Obrázek 32 - Zbarvení vzorku Kittfort	50
Obrázek 33 - Zbarvení vzorku KM	51
Obrázek 34 - Zbarvení vzorku Eurošarm.....	51

9 Seznam tabulek

Tab. 1: Typické složení vysokopecní strusky

Tab. 2: Chemické vlastnosti granulované jemně mleté vysokopecní strusky

Tab. 3: Zrnitost referenčních písku CEN dle normy ČSN EN 196 – 1

Tab. 4: Složení receptury

Tab. 5: Hodnoty konzistencí čerstvé směsi

Tab. 6: Počátek a konce doby tuhnutí jednotlivých směsí

Tab. 7: Vlastnosti směsí po 1 dni

Tab. 8: Vlastnosti směsí po 7 dnech

Tab. 9: Vlastnosti směsí po 28 dnech

Tab. 10: Vlastnosti směsí po 60 dnech zrání

Tab. 11: Vlastnosti směsí po 90 dnech zrání

10 Seznam příloh

Příloha 1 Technický list vysokopecní granulované strusky

Příloha 2 Certifikát na normalizovaný písek

Příloha 3 Technický list sodného vodního skla od výrobce Vodní sklo

Příloha 4 Bezpečnostní list sodného vodního skla od výrobce KM plus s.r.o

Příloha 5 Technický list sodného vodního skla od výrobce Eurošarm

Příloha 6 Technický list sodného vodního skla od výrobce Kittfort

Příloha 6 Technický list hydroxidu sodného



Struska velmi jemně mletá

Technické parametry:

SMŠ dle PN SMŠ 72 20 90	SMŠ dle XYZ m ² /kg
Typ výrobku, příklad	SMŠ 400
Měrný povrch dle <u>Blaine</u>	$\geq 400 \text{ m}^2/\text{kg}$
	$\geq 4000 \text{ cm}^2/\text{g}$
Zbytek na síti 45 μm	$< 4 \%$
Index účinnosti po 7 dnech *	$> 50 \%$
Index účinnosti po 28 dnech *	$> 80 \%$
Objemová stálost dle <u>Le Chateliera</u>	$< 10 \text{ mm}$
Obsah chloridů	$\leq 0,1 \%$

* poměr (%) pevnosti v tlaku normalizovaných trámečků z malty připravené se 50 % hmotnosti referenčního cementu a 50 % hmotnosti SMŠ, k pevnosti v tlaku normalizovaných trámečků z malty připravené jen se samotným referenčním cementem dle ČSN EN 196-1.

Chemické vlastnosti:

Struska mletá	<u>m.i.</u>	PN 72 2090	dosahované průměrné skutečnosti
<u>CaO</u>	%	26 – 45	40,0
<u>MgO</u>	%	4 – 15	8,9
<u>SiO₂</u>	%	28 – 45	39,9
<u>Al₂O₃</u>	%	4 – 12	6,9
<u>Fe₂O₃</u>	%	$< 1,5$	0,4
<u>SO₃</u>	%	$\leq 1,5$	0,6
<u>(CaO + MgO) / SiO₂</u>	%	$> 1,0$	1,2

Objednávky, informace: KOTOUC ŠTRAMBERK, spol. s r.o., Lihotín 500, 742 66 Štramberk
tel.: 556 873 582-5; fax.: 556 873 581; e-mail: obchod@kotouc.cz

Vyhrazujeme si právo provést změny ve výrobcích, které jsou výsledkem technického pokroku. Tímto vydáním ztrácí platnost všechna starší vydání. Aktualizace 12/2013

Identifikace: S111A



Prohlášení o vlastnostech č. 1020-CPD-070037230

- 1) Jedinečný identifikační kód typu výrobku :
Mletá granulovaná vysokopecní struska ve shodě s ČSN EN 15167-1
- 2) Typ, šarže nebo sériové číslo nebo jiné označení umožňující identifikaci stavebního výrobku podle článku 11, odstavec 4 :
SMŠ 400

- 3) Zamýšlené použití nebo zamýšlená použití stavebního výrobku v souladu s příslušnou harmonizovanou technickou specifikací podle předpokladu výrobce:

Příměs typu II do výrobků z betonu, včetně betonu vyráběného na staveništi nebo prefabrikovaných betonových dílců podle EN 206-1. Mletá granulovaná vysokopecní struska může být také použita do malt a injektážních malt. K použití jako hlavní složka a složky pro výrobu cementů CEM dle ČSN EN 197 – 1; ČSN EN 197 – 4 ; ČSN EN 14216.

Podle § 13 zákona 22/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů, splňuje základní požadavky a je za podmínek výše uvedeného použití bezpečný.

- 4) Jméno, registrovaný obchodní název nebo registrovaná obchodní známka a kontaktní adresa výrobce podle článku 11, odstavec 5:
**KOTOUC ŠTRAMBERK, spol. s r. o., Libotín 500,
742 66 Štramberk**
- 5) Případně název a kontaktní adresa zodpovědné osoby, která je tímto pověřena podle článku 12, odstavec 2

Není relevantní pro výrobce podle článku 12

- 6) Systém nebo systémy posuzování a ověřování stálosti vlastností stavebních výrobků:
Systém 1+

- 7) Oznamovaný subjekt

"Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p., Prosecká 811/76a, Praha 9, NB 1020 provedl počáteční zkoušku typu výrobku podle systému 1+ a vydal ES Certifikát shody 1020-CPD-070037230."


- 8) Vlastnosti uvedené v prohlášení

Základní charakteristiky	Vlastnosti	Harmonizovaná technická specifikace
Pevnost v tlaku po 7 dnech (Index účinnosti)	$\geq 45 \%$	EN 15167-1
Pevnost v tlaku po 28 dnech (Index účinnosti)	$\geq 70 \%$	
Počátek tuhnutí	$t < t_{\text{cementu}} \times 2$	
Jemnost	$> 400 \text{ m}^2/\text{kg}$	
Obsah oxidu hořečnatého	$\leq 18,0 \%$	
Obsah sulfidů	$\leq 2,0 \%$	
Obsah síranů	$\leq 2,5 \%$	
Ztráta žháním	$\leq 3,0 \%$	
Obsah chloridů	$\leq 0,1 \%$	
Obsah vlhkosti	$\leq 1,0 \%$	
Trvanlivost	viz tabulka ZA.1 EN 15167-1	

Uvolňování nebezpečných látek a radioaktivní zařízení	Vyhláška č. 499/2005 Sb. v platném znění	
---	--	--

- 9) Vlastnosti výrobku uvedeného v bodě 1 a 2 jsou ve shodě s vlastnostmi uvedenými v bodě 8. Toto prohlášení o vlastnostech se vydává na výhradní odpovědnost výrobce uvedeného v bodě 4. Jménem výrobce:

Ve Štamberku dne 1. 1. 2014


Ing. Ladislav Vík
ředitel společnosti



TECHNICKÝ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV STAVEBNÍ PRAHA, s.p.

Technical and Test Institute for Constructions Prague

Akreditovaná zkušební laboratoř, Autorizovaná osoba, Notifikovaná osoba, Certifikační orgán, Inspekční orgán
Accredited Test Laboratory, Authorised Body, Notified Body, Certification Body, Inspection Body

Certifikační orgán na výrobky
Pobočka 0400 – Teplice
vydává

CERTIFIKÁT

č. 040 – 025 473

na výrobek:

Normalizovaný písek

typ/varianta : **CEN, ČSN EN 196-1**

žadatel:

Filtrační písky, spol. s r. o.

IČ:	25 40 90 00
Adresa:	Chlum 117, 471 41 Dubá
Výrobna:	Chlum
IČ:	25 40 90 00
Adresa:	Chlum 117, 471 41 Dubá
Zakázka:	Z040 00 0053

Certifikační orgán tímto certifikátem osvědčuje, že:

- u vzorku předmětného výrobku zjistila shodu jeho vlastností s požadavky konkretizovanými ČSN EN 196-1 Metody zkoušení cementu - Část 1: Stanovení pevnosti;
- výrobek odpovídá požadavkům technického předpisu - Vyhláška SÚJB č. 307/2002 Sb. Státního úřadu pro jadernou bezpečnost o požadavcích na radiační ochranu ve znění Vyhlášky 499/2005 Sb.

Tento certifikát je vydán na základě protokolu o výsledku certifikace výrobku č. 040 - 025 472 ze dne 16. června 2006 vydaného TZÚS Praha, s. p. - pobočkou Teplice, který se předává žadateli. Protokol obsahuje závěry zjišťování a podmínky platnosti certifikátu. Certifikát má 1 přílohu (1 strana), která je nedílnou součástí certifikátu.

Platnost certifikátu do **30. června 2009**

Osoba odpovědná za správnost tohoto certifikátu:

Teplice, 16. června 2006



Ing. Karel Črňák
zástupce vedoucího certifikačního orgánu



Příloha k certifikátu č. 040 - 025 473


Podmínky platnosti a používání certifikátu:

1. Certifikát shody se musí používat pouze pro účely, pro které byl vydán.
2. Držitel certifikátu je povinen:
 - a) informovat certifikační orgán o všech změnách: modifikaci výrobků nebo výrobního procesu, materiálových změnách, změnách systému řízení výroby, které mají vliv na shodu certifikovaného výrobku;
 - b) oznamovat certifikačnímu orgánu změny ve vlastnictví, struktuře nebo vedení;
 - c) vést záznamy o všech stížnostech týkajících se neshody certifikovaného výrobku s požadavky příslušné normy;
 - d) přijmout vhodná opatření na odstranění neshody a přijatá opatření dokumentovat;
 - e) na požádání předložit certifikačnímu orgánu výše uvedené záznamy o stížnostech;
 - f) umožnit certifikačnímu orgánu provádět periodický dozor po dobu platnosti certifikátu.
3. Certifikační orgán provádí opakované hodnocení výrobku v případě, že dojde ke změně technických specifikací.
4. Platnost tohoto certifikátu je podmíněna kladným vyhodnocením výsledků dozorů obsažených ve zprávách certifikačního orgánu a předaných držiteli certifikátu.

Tato příloha je nedílnou součástí certifikátu č.040 – 025 473.

Teplice, 16. června 2006




Ing. Karel Črhák
zástupce vedoucího certifikačního orgánu



Vodní sklo sodné

Chemický název: Vodní sklo sodné

Charakteristika: Vodní sklo sodné je čirá nebo slabě zakalená viskózní kapalina naředěná nebo narůžovělé barvy, alkalické reakce, neomezeně mísitelná s vodou.

Specifikace:

Druh vodního skla	Hustota (kg/m ³)	Molární poměr SiO ₂ /Na ₂ O	Obsah Na ₂ O (%)	Obsah SiO ₂ (%)	Sušina (% Na ₂ O + % SiO ₂)
36° – 38° Bé	1328 – 1352	3,2 – 3,5	7,9 – 8,2	24,5 – 27,8	32,4 – 36,0
38° – 40° Bé	1353 – 1378	3,2 – 3,5	8,2 – 8,6	25,4 – 29,2	33,6 – 37,8
40° – 42° Bé	1380 – 1409	3,2 – 3,5	8,8 – 9,2	27,3 – 31,2	36,1 – 40,4
44° – 46° Bé	1435 – 1467	2,6 – 2,8	11,7 – 12,2	29,5 – 33,1	41,2 – 45,3
48° – 50° Bé	1494 – 1525	2,2 – 2,4	13,2 – 14,2	28,1 – 33,0	41,3 – 47,2
50° – 52° Bé	1525 – 1557	2,3 – 2,5	13,5 – 14,5	30,1 – 35,1	43,6 – 49,6
52° – 55° Bé	1558 – 1610	1,8 – 2,3	15,5 – 16,4	27,0 – 36,5	42,5 – 52,9
VS 2,0	1490 – 1540	1,9 – 2,1	-	-	39,7 – 45,5
VS 1,6	1560 – 1570	1,55 – 1,75	-	-	44-46

Balení: Ocelové nebo plastové sudy (200l), volně v železničních cisternách nebo autocisternách nebo v libovolných obalech zákazníka od 50 l výše.

Použití: Na výrobu alkalických křemičitanů používaných do odmašťovacích, pracích a dezinfekčních prostředků, jako slévarenská surovina pro výrobu forem, jako složka do protipožárních nátěrů a nehořlavých stavebních materiálů, jako pojivo v různých lepidlech a tmelech, tzv. chemicky tvrzených směsí a pro povrchovou úpravu papíru, dřeva a textilu.

Skladování: Přepravuje se a skladuje při teplotách nad 0°C.

Datum aktualizace: 15. 2. 2010

Vodní sklo, a.s. | Praha 1 | Nové Město | Krakovská 1346/15 | PSČ 110 01 | IČ: 279 21 662

pobočka: Brno | Domych 47 | PSČ 656 16 | tel.: +420 530 530 000 | fax: +420 530 530 002 | e-mail: info@vodnisklo.cz | www.vodnisklo.cz

pobočka: Ústí nad Labem | U Torusa 172/2 | PSČ 403 31 | tel.: +420 475 245 362 | fax: +420 475 507 164 | e-mail: info@vodnisklo.cz | www.vodnisklo.cz

Bezpečnostní list

podle nařízení Komise (EU) č. 453/2010
podle nařízení EP a Rady (ES) č. 1907/2006

Datum vydání: 1. 12. 1999
Datum revize: 5. 11. 2014

Vodní sklo

1. Identifikace látky/směsi a společnosti/podniku

Identifikátor výrobku (směsi)

Obchodní název: Vodní sklo vodný roztok křemičitanu sodného
Registrační čísla složek přípravku: Pokud jsou složky přípravku registrovány, bude doplněno v souvislosti s registrací podle nařízení EP a Rady (ES) č. 1907/2006.

Příslušná určení použití látky nebo směsi a nedoporučené použití

Profesní použití na výrobu alkalických křemičitanů používaných do odmašťovacích, pracích a dezinfekčních prostředků, jako slévárenská surovina pro výrobu forem, jako složka do protipožárních nátěrů a nehořlavých stavebních materiálů, jako pojivo v různých lepidlech a tmelech, pro povrchovou úpravu papíru.

Podrobné údaje o dodavateli BL

Jméno: KM PLUS spol. s r.o.
Sídlo: Tyršova 86, CHRAST 538 51
Identifikační číslo: 25961101
Telefon: +420 777 948 350
e-mail: office@kplus.cz

Telefonní číslo pro mimořádné situace

Toxikologické informační středisko, Na Bojišti 1, 128 08 Praha 2;
telefon (24 hodin/den) +420 224 919 293; + 420 224 915 402; + 420 224 914 575

Identifikace nebezpečnosti

Klasifikace látky nebo směsi

Směs je klasifikována jako dráždivá.

Prvky označení

Výstražný symbol:

Xi

dráždivý

R-věty:

R36/38 – Dráždí oči a kůži.

S-věty:

S2 – Uchovávejte mimo dosah dětí.

S26 – Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc.

S27 – Okamžitě odložte veškeré kontaminované oblečení.

S28 – Při styku s kůží okamžitě omyjte velkým množstvím vody.

S36/37/39 – Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít.

S46 – Při požití okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení.

Jiná rizika

Neuvádí se.

Složení/informace o složkách

Látky

Směsi

U směsí klasifikovaných podle směrnice 1999/45/ES se uvádí a podle nařízení EP a Rady (ES) č. 1907/2006

Chemický název:	Křemičitan sodný
Koncentrace v (%):	30–55 % (Na ₂ O: 7,5–17,0 %, SiO ₂ : 24,5–36,5 %)

Při styku s kůží:

Okamžitě odstraňte kontaminovaný oděv a postižené místo omyjte velkým množstvím vody.

Při styku s očima:

Vyjměte kontaktní čočky. Hojně proplachujte čistou sladkou vodou po dobu nejméně 15 minut, přičemž víčka držte od sebe, a vyhledejte lékařskou pomoc.

Při požití:

Vypláchněte ústa vodou, vypijte velké množství vody. Nevyvolávejte zvracení!

Nejdůležitější akutní a opožděné symptomy a účinky

Neuvádí se.

Pokyn týkající se okamžité lékařské pomoci a zvláštního ošetření

Neuvádí se.

Opatření pro hašení požáru

Hasiva

Vhodná: Voda, pěna. Typ hasicího prostředku přizpůsobit okolí.

Nevhodná: Neuvádí se.

Zvláštní rizika vyplývající z látky nebo směsi

Neuvádí se.

Pokyny pro hasiče

Hasiče vybavit dýchacími přístroji, nezávislými na okolním ovzduší a lehkým ochranným oděvem.

Opatření v případě náhodného úniku

Opatření na ochranu osob, ochranné prostředky a nouzové postupy

Pro pracovníky nezasahující v případě nouze

Vyvarujte se bezprostředního styku s unikající látkou. Zabraňte kontaktu s očima a pokožkou. Dodržujte instrukce v bodě 8. Používejte ochranný oděv, ochranné rukavice, na pracovišti by měla být umístěna nádoba s čistou vodou k vymytí očí.

Pro pracovníky zasahující v případě nouze

Neuvádí se.

Opatření na ochranu životního prostředí

Zabraňte vniknutí do půdy, kanalizace, povrchových vod nebo podzemních vod.

Metody a materiál pro omezení úniku a pro čištění

Jak zamezit šíření uniklých látek a směsí

Zabránit úniku; poškozené obaly umístit do havarijních nádob. Při úniku většího množství hrázkovat, zakrýt kanalizační vpusti.

Jak odstranit uniklou látku nebo směs

Uniklý přípravek odčerpat nebo zasypat vhodným absorpčním materiálem, např. univerzálním sorbentem, pískem, pilinami. Odpad uložit na bezpečné místo a zajistit likvidaci v souladu s předpisy o odpadech, jak je uvedeno v bodě 13. Malé zbytky odstranit rozpuštěním v horké vodě.

Odkaz na jiné oddíly

Osobní ochranné prostředky jsou uvedeny v bodě 8. V bodě 13 jsou uvedeny pokyny pro odstraňování.

Zacházení a skladování

Opatření pro bezpečné zacházení

Před použitím přečíst štítek (etiketu). Zamezte styku s očima, pokožkou a oděvem. Po práci si důkladně umyjte ruce i obličej. V místech používání a skladování materiálu je třeba se vyvarovat kouření, jídla a pití.

Podmínky pro bezpečné skladování včetně neslučitelnosti

Skladovat v dobře uzavřených originálních nádobách odolných proti alkáliím (ocel, plast), v suchých, chladných a dobře větraných místnostech. Neskladujte s potravinami, nápoji a krmivem. Neskladujte v nádobách z hliníku, mědi, zinku a galvanizovaných materiálů. Doba zpracovatelnosti je 1 rok.

Specifické konečné použití

Je uvedeno v pododdíle 1.2.

Omezování expozice/osobní ochranné prostředky

Kontrolní parametry

Česká republika (nařízení vlády č. 361/2007 Sb.): nejsou stanoveny.

Evropská unie (směrnice 2006/15/ES): nejsou stanoveny.

Omezování expozice

Vhodné technické kontroly

Pracujte v dobře větrané místnosti. Dbejte obvyklých opatření na ochranu zdraví při práci s chemickými látkami a přípravky a zejména zabraňte požití a styku s dýchacími orgány, očima a s pokožkou. Tzn., při práci nejezte, nepijte a nekuřte. Před a po práci si umyjte ruce teplou vodou a mýdlem. Pokožku ošetřete vhodnými ochrannými krémy.

Individuální ochrana včetně osobních ochranných prostředků

- ochrana očí a obličeje – ochranné brýle nebo obličejový štít,
- ochrana kůže
 - ochrana rukou – ochranné gumové rukavice,
 - ochrana jiných částí těla – ochranný pracovní oblek, ochranná obuv,
- ochrana dýchacích cest – není nutná,
- tepelné nebezpečí – neuvádí se.

Omezování expozice životního prostředí

Postupovat v souladu s platnými právními předpisy pro ochranu ovzduší a vod.

Fyzikální a chemické vlastnosti

Informace o základních fyzikálních a chemických vlastnostech

vzhled	čirá nebo slabě zakalená viskózní kapalina
zápach	bez zápachu
prahová hodnota zápachu	nestanoveno
pH	11,0–12,0
bod tání/tuhnutí	–3 °C
počáteční bod varu a rozmezí bodu varu	101–102 °C
bod vzplanutí	nestanoveno
rychlost odpařování	nestanoveno
hořlavost	nehořlavá (kapalina)
horní/dolní mezní hodnoty hořlavosti nebo výbušnosti	nestanoveno
tlak páry	2,2 kPa (20 °C)
hustota páry	nestanoveno
relativní hustota	1 328–1 610 kg/m ³
rozpustnost	ve vodě neomezená, v tucích nerozpustná
rozdělovací koeficient	nestanoveno
teplota samovznícení	nestanoveno
teplota rozkladu	nestanoveno
viskozita	20–2 000 mPa.s
výbušné vlastnosti	nestanoveno
oxidační vlastnosti	nestanoveno

Další informace

Nestanoveno.

Stálost a reaktivita

Reaktivita

Podmínky, kterým je třeba se vyvarovat: Při dodržení předpisů při skladování je přípravek stabilní. Při práci je nutné dodržovat zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Materiály, kterých je třeba se vyvarovat: oxidační činidla, hořlavé materiály.

Chemická stabilita

Za normálních podmínek je stabilní.

Možnost nebezpečných reakcí

Nesmí přijít do styku s hliníkem, zinkem a cínem – pomalu je rozpouští za vzniku výbušného vodíku.

Podmínky, kterým je třeba zabránit

Nenechat materiál zmraznout. Zabránit sloučení s minerální kyselinou.

Neslučitelné materiály

Nesmí přijít do styku s hliníkem, zinkem a cínem – pomalu je rozpouští za vzniku výbušného vodíku.

Nebezpečné produkty rozkladu

Vodík při reakci s kovy.

Klasifikace složky přípravku:	Xi R36/38
Výstražný symbol nebezpečnosti:	<p>Xi</p>  <p>dráždivý</p>
R-věta:	R36/38
S-věta:	(S2-)S26-S27-S28-S36/37/39-S46
Výstražný symbol nebezpečnosti: Signální slovo	<p>Warning</p>  <p>(Varování)</p>
Kód třídy nebezpečnosti a kategorie nebezpečnosti:	<p>Skin Irrit. 2</p> <p>Eye Irrit. 2</p>
Standardní věty o nebezpečnosti:	<p>H315</p> <p>H319</p>
Pokyny pro bezpečné zacházení podle nařízení CLP:	<p>P102</p> <p>P262</p> <p>P280</p> <p>P303+P361+P353</p> <p>P305+P351+P338</p> <p>P309+311</p>
Číslo CAS:	1344-09-8
Číslo ES (EINECS):	215-687-4

Úplné znění vět viz bod 16.

Pokyny pro první pomoc

Popis první pomoci

V případě vyskytnutí se jakýkoliv příznaků nebo pochybností, konzultujte zdravotní stav s lékařem a poskytněte mu informace z tohoto bezpečnostního listu. Zajistěte fungování životně důležitých funkcí (umělé dýchání, inhalace kyslíku, masáž srdce). Při stavu bezvědomí uložte postiženého do stabilizované polohy a nepodávejte žádné perorální přípravky.

Při vdechnutí:

Postiženou osobu přesuňte na čerstvý vzduch; udržujte ji v teple; v případě zástavy dechu zavést umělé dýchání; vyhledejte lékařskou pomoc.

Toxikologické informace

Informace o toxikologických účincích

Látky (křemičitan sodný)

akutní toxicita – LD₅₀, orálně, potkan > 3 400 mg/kg;
žíravost/dráždivost kůže – akutní dráždivost kůže a oka;
vážné poškození očí/podráždění očí – akutní dráždivost kůže a oka;
senzibilizace dýchacích cest/senzibilizace kůže – nezjištěna;
mutagenita v zárodečných buňkách – nezjištěna;
karcinogenita – nezjištěna;
toxicita pro reprodukci – nezjištěna;
toxicita pro specifické cílové orgány – jednorázová expozice – nezjištěna;
toxicita pro specifické cílové orgány – opakovaná expozice – nezjištěna;
nebezpečnost při vdechnutí – nezjištěna.

Směsi

akutní toxicita – LD₅₀, orálně, potkan > 3 400 mg/kg;
dráždivost – akutní dráždivost kůže a oka;
žíravost – nezjištěna;
senzibilizace – nezjištěna;
toxicita při opakované dávce – nezjištěna;
karcinogenita – nezjištěna;
mutagenita – nezjištěna;
toxicita pro reprodukci – nezjištěna.

Směs je klasifikována jako dráždivá pro kůži.

Směs obsahuje křemičitan sodný, který je dráždivý pro kůži.

Nezjištěno.

Směs je klasifikována jako dráždivá.

Informace o pravděpodobných cestách expozice

Nezjištěno.

Příznaky odpovídající fyzikálním, chemickým a toxikologickým vlastnostem

Nezjištěno.

Opožděné a okamžité účinky a také chronické účinky krátkodobé a dlouhodobé expozice

Nezjištěno.

Interaktivní účinky

Nezjištěno.

Neexistence konkrétních údajů

Nezjištěno.

Informace o směsích ve srovnání s informacemi o látkách

Účinek látky ve směsi není výrazně odlišný od účinků látky izolované.

Další informace

Neuvádí se.

Ekologické informace

Toxicita

Ekotoxicita složky přípravku	benzínová frakce (ropná), hydrogennačně odsířená, těžká
LC ₅₀ (96 hod., <i>Brachydanio rerio</i>):	3 185 mg/l
EC ₅₀ (48 hod., <i>Daphnia magna</i>):	4 857 mg/l
EC ₅₀ (48 hod., <i>Pseudomonas putida</i>):	> 1 000 mg/l

Perzistence a rozložitelnost

Netýká se anorganických solí.

Bioakumulační potenciál

Žádný. Silikáty jsou užívány fyziologicky řasami a rostlinami bez zadržení.

Mobilita v půdě

Není stanoveno.

Výsledky posouzení PBT a vPvB

Není stanoveno.

Jiné nepříznivé účinky

Produkt je ve smyslu vodního zákona č. 254/2001 Sb., v platném znění, považován za závadnou látku.

Pokyny pro odstraňování**Metody nakládání s odpady**

Využít nebo odstranit v souladu s platnými právními předpisy pro odpady.

Doporučené zařazení podle katalogu: 16 05 07, (anorganický odpad obsahující nebezpečné látky).

Doporučený způsob odstraňování znečištěného obalu:

Při zneškodňování musí být dodrženy platné předpisy pro nakládání s nebezpečnými odpady podle kategorizace a katalogu odpadů. Pečlivě očištěné obaly, vypláchnuté rozpouštědlem, nejsou nebezpečným odpadem.

Kód odpadu:

15 01 10 – pro znečištěný obal,

15 02 02 – pro absorbenty, filtrační materiály, hadry na čištění, ochranné oděvy kontaminované nebezpečnými látkami.

Opatření k omezení expozice při nakládání s odpady:

Postupovat v souladu s platnými právními předpisy pro ochranu osob, ovzduší a vod.

Právní předpisy o odpadech:

Česká republika

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, v platném znění

Vyhláška č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, v platném znění

Evropská unie

Směrnice EP a Rady 2006/12/ES o odpadech

Informace pro přepravu**Číslo OSN**

Nestanoveno.

Příslušný název OSN pro zásilku

Nestanoveno.

Třída/třídy nebezpečnosti pro přepravu

Nestanoveno.

Obalová skupina

Nestanoveno.

Nebezpečnost pro životní prostředí

Nestanoveno.

Zvláštní bezpečnostní opatření pro uživatele

Nestanoveno.

Hromadná přeprava podle přílohy II MARPOL 73/78 a předpisu IBC

Nestanoveno.

Informace o předpisech**Nariadení týkající se bezpečnosti, zdraví a životního prostředí/specifické právní předpisy týkající se látky nebo směsi**

Česká republika

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, v platném znění

Zákon č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů, v platném znění

Vyhláška MPO č. 231/2004 Sb., kterou se stanoví podrobný obsah bezpečnostního listu k nebezpečné chemické látce a chemickému přípravku

Vyhláška MŽP č. 232/2004 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů, týkající se klasifikace, balení a označování nebezpečných chemických látek a chemických přípravků

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, v platném znění

Vyhláška MŽP č. 383/2001 Sb., o podrobnostech k nakládání s odpady

Nařízení vlády č. 178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci

Evropská unie

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 (REACH)

Posouzení chemické bezpečnosti

Dodavatel neprovedl posouzení chemické bezpečnosti směsi.

Další informace

Prohlášení:

Bezpečnostní list byl vypracován v souladu s nařízením EP a Rady (ES) č. 1907/2006. Tento produkt je nutno skladovat, zacházet s ním a používat podle správných postupů hygieny průmyslu a v souladu s právními požadavky. Tyto údaje nenahrazují jakostní specifikaci a nemohou být považovány za záruku vhodnosti a použitelnosti tohoto výrobku pro konkrétní aplikaci. Uvedené údaje odpovídají současnému stavu znalostí a zkušeností a jsou v souladu s našimi platnými právními předpisy. Za dodržení regionálních platných právních předpisů zodpovídá odběratel.

Zdroje údajů použité při sestavování bezpečnostního listu:

Bezpečnostní list pro Vodní sklo sodné tekuté (MP > 2,6)

Seznam R-vět dle bodu 2 a 3:

R36/38 – Dráždí oči a kůži.

Seznam S-vět dle bodu 2 a 3:

S2 – Uchovávejte mimo dosah dětí.

S26 – Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc.

S27 – Okamžitě odložte veškeré kontaminované oblečení.

S28 – Při styku s kůží okamžitě omyjte velkým množstvím vody.

S36/37/39 – Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít.

S46 – Při požití okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení.

Standardní věty o nebezpečnosti dle bodu 3:

H315 – Dráždí kůži.

H319 – Způsobuje vážné podráždění očí.

Pokyny pro bezpečné zacházení dle bodu 3:

P102 Uchovávejte mimo dosah dětí

P262 – Zabraňte styku s očima, kůží nebo oděvem.

P280 – Používejte ochranné rukavice/ochranný oděv/ochranné brýle/obličejový štít.

P303+P361+P353 – Při styku s kůží veškeré kontaminované části oděvu okamžitě svlékněte. Opláchněte kůži vodou/osprchujte.

P305+P351+P338 – Při zasažení očí několik minut opatrně oplachujte vodou. Vyjměte kontaktní čočky, jsou-li nasazeny, pokud je lze vyjmout snadno. Pokračujte ve vyplachování.

P 309+311 Při expozici nebo necítíte-li se dobře :Volejte TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÍ STŘEDISKO nebo lékaře

Pokyny pro školení:

Osoby, které nakládají s produktem, musejí být poučeny o rizicích při manipulaci a o požadavcích na ochranu zdraví a životního prostředí (viz příslušná ustanovení Zákoníku práce).

Přístup k informacím:

Každý zaměstnavatel musí podle článku 35 nařízení EP a Rady (ES) č. 1907/2006 umožnit přístup k informacím z bezpečnostního listu všem pracovníkům, kteří tento produkt používají nebo jsou během své práce vystaveni jeho účinkům, a rovněž zástupcům těchto pracovníků.

TECHNICKÁ SPECIFIKACE ZBOŽÍ

Název:

VODNÍ SKLO 36/38

Charakteristika:

vodný roztok křemičitanu sodného

Ostatní názvy:

Silikát sodný; křemičitá kyselina, sodná sůl

CAS:

1344-09-8

EINECS:

215-687-4

Vzhled:

Čirá nebo slabě zakalená bezbarvá viskózní kapalina alkalické reakce

Specifikace jakosti, parametry:

Parametr	MJ	Hodnota
Molární poměr		3,2 – 3,5
Hustota	kg.m ⁻³	1320 – 1350

Další údaje:

 Obsah SiO₂ oca 25 – 26 %
 Obsah Na₂O oca 7 – 8 %

Pokyny pro skladování:

Skladujte na čistém, suchém, dobře větraném místě. Uchovávejte uzavřené. Doporučená skladovací teplota: > 5 °C

Doba expirace:

24 měsíců

Balení:

 50 l PE sudy
 200 l sudy
 1000 l nebo 600 l kontejner
 Silniční či železniční cisterna

REACH:

Látka byla registrována, registrační číslo: 01-2119448725-31-XXXX.

EURO – Šarm spol. s r. o.

Těšinská 222, 739 34 Šenov, Czech Republic

IČ: 63988186, DIČ: C263988186, bankovní spojení: KB Havířov, č. účtu 21507-791/0100

Tel.: +420 597 485 910, fax: +420 596 831 102, datová schránka: 9henxw, e-mail: eurosarm@eurosarm.cz; www.eurosarm.cz

Společnost je zapsána v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Ostravě, oddíl C, vložka 38395

Společnost je držitelem certifikátu QMS dle ISO 9001 a EMS dle ISO 14001



KITTFORT PRAHA
Hornáčky 1
277 11 Neratovice

VODNÍ SKLO

PN:KT-B-17-01-09

Název výrobku

Vodní sklo

Složení

Vodní sklo sodné 36-38, křemičitá kyselina, sodná sůl

Odstín

Našedlá až načervenalá kapalina

Použití

Vodní sklo se používá ke konzervaci vajec nebo jako pojivo do žáruvzdorných malt a tmelů

Dávkování

Konzervace vajec: 1 díl vodního skla + 9 dílů převařené vody. Na láhev o obsahu 5 litrů (50 ks vajec) stačí 2,5 litrů roztoku. Čistá omytá vejce vložíme do láhve a zalijeme roztokem.

Pojivo do žáruvzdorných malt a tmelů: Rudokitt- univerzální žáruvzdorný tmel vodní sklo s vodou v poměru 2:1
Šamotová výmazová hmota-přibližně 2 polévkové lžíce na 1 kg šamotové hmoty

Bezpečnost a ochrana zdraví

KLASIFIKACE: Xi - dráždivý

První pomoc

Při nadýchání: za běžné teploty má látka nízkou tenzi par. Pokud při nadýchání způsobí nepříznivé účinky, přesunout postiženého do nekontaminovaného prostředí. Vyhledat lékaře.

Při požití: při náhodném požití vypít asi půl litru vody nebo mléka a do 5 minut po požití vyvolat zvracení. Později zvracení nevyvolávat.

Při zasažení kůže: odložit kontaminovaný oděv a kůži omýt velkým množstvím vody.

Při zasažení očí: zasažené oko vyplachovat proudem vodou

Vzhled



kapalina našedlá až načervenalá

Balení

500ml, 1l, 5l

Záruční doba: 18 měsíců od data plnění uvedeného na obalu.

Příloha 7.

Hydroxid sodný		Sodium hydroxide
NaOH	M _r 40,00	
CAS: 1310-73-2		
EINECS: 215-185-5		
15780	<p>p.a. / G.R.</p> <p>Obsah / Assay..... min. 98,0%</p> <p>Na₂CO₃ max. 1,5%</p> <p>Cl⁻ max. 0,002%</p> <p>SO₄²⁻ max. 0,0008%</p> <p>SiO₂ max. 0,005%</p> <p>Fe max. 0,001%</p> <p>Těžké kovy / Heavy metals (Ag) max. 0,001%</p> <p>N celkový / N total max. 0,0005%</p>	1000 g
15740	<p>čistý / pure</p> <p>Obsah / Assay..... min. 97,0%</p> <p>Na₂CO₃ max. 1,5%</p> <p>Cl⁻ max. 0,008%</p> <p>SO₄²⁻ max. 0,003%</p> <p>SiO₂ max. 0,01%</p> <p>N celkový / N total max. 0,001%</p>	1000 g
Klasifikace podle směrnice 67/548/EHS / Classification according to 67/548/EHS		
<div>  <div> R 35 S (1/2)-26-37/39-45 </div> </div>		
Živný		
Klasifikace podle nařízení 1272/2008/ES / Classification according to 1272/2008/ES		
<div>  <div> H 314, 290 P 280, 310, 305+351+338 Signální slovo: Nebezpečí / Signal word: Danger </div> </div>		
Klasifikace podle ADR/RID / Classification according to ADR/RID		
ADR/RID: 8/ C6/ II UN 1823		